


Modello di analisi costi - benefici per la
valutazione dei progetti di investimento
nei sistemi di trasporto pubblico e nelle
infrastrutture stradali



Paola Villani

Settembre 2002

Modello costi-benefici per la valutazione dei progetti di investimento nei sistemi di trasporto pubblico e nelle infrastrutture stradali Paola Villani

INDICE

<i>Introduzione.....</i>	<i>3</i>
<i>Trasporto pubblico: una prospettiva nazionale.....</i>	<i>4</i>
<i>Metodi di valutazione dei progetti di investimento nei trasporti pubblici attualmente utilizzati.....</i>	<i>5</i>
<i>I progetti di trasporto pubblico esaminati per l'analisi</i>	<i>6</i>
<i>Quadro di valutazione</i>	<i>10</i>
<i>Individuazione dello scenario di riferimento e delle alternative</i>	<i>12</i>
<i>Misure di valutazione</i>	<i>13</i>
<i>Vantaggi e costi di investimento nel settore dei trasporti pubblici.....</i>	<i>14</i>
<i>Classificazione dei benefici e dei costi</i>	<i>14</i>
<i>Modello economico per la valutazione dei benefici derivanti dagli investimenti nei trasporti pubblici</i>	<i>16</i>
<i>Nuove reti di trasporto: benefici per gli utenti.....</i>	<i>16</i>
<i>Controllo della domanda di trasporto su mezzo privato e vantaggi sul piano ambientale</i>	<i>19</i>
<i>Vantaggi temporali</i>	<i>19</i>
<i>Economie di tempo relative ai progetti di investimento per linee di autobus</i>	<i>20</i>
<i>Economie di tempo a seguito dei progetti di investimento per reti ferroviarie</i>	<i>21</i>
<i>Teoria della convergenza dei tempi di percorrenza.....</i>	<i>21</i>
<i>Stima del livello di performance nel corridoio di riferimento.....</i>	<i>26</i>
<i>Stima della performance del corridoio in presenza del sistema di trasporto pubblico</i>	<i>26</i>
<i>Riduzione dei tempi di percorrenza sull'intera rete.....</i>	<i>28</i>
<i>Sviluppo economico: la modificazione dei valori immobiliari.....</i>	<i>29</i>
<i>Costi del sistema di trasporto pubblico.....</i>	<i>30</i>
<i>Valutazione dei progetti di investimento per le infrastrutture viarie.....</i>	<i>31</i>
<i>Vantaggi netti, saggio di rendimento e sostenibilità finanziaria</i>	<i>31</i>
<i>Analisi economica</i>	<i>35</i>
<i>Analisi di rischio</i>	<i>36</i>
<i>La strutturazione dell'analisi costi-benefici per la finanziabilità delle infrastrutture di trasporto</i>	<i>38</i>
<i>Alcuni esempi</i>	<i>45</i>
<i>Strade e autostrade</i>	<i>45</i>
<i>Ferrovie e metropolitane.....</i>	<i>50</i>
<i>Sistemi filoviari, sistemi ibridi</i>	<i>54</i>
<i>Interporti, porti, aeroporti e relative reti infrastrutturali</i>	<i>59</i>
<i>Conclusioni</i>	<i>63</i>
<i>BIBLIOGRAFIA.....</i>	<i>67</i>

Introduzione

Questo rapporto presenta un modello di analisi costi-benefici per la valutazione dei diversi progetti di investimento nel settore trasporti¹: pare opportuno suggerire l'utilizzo dei metodi di analisi economica per valutare i benefici connessi alla realizzazione di differenti infrastrutture sia che si tratti di nuove opere o semplici potenziamenti di quelle esistenti. Il modello si applica ai diversi modi di trasporto: reti di trasporto pubblico su gomma, servizi di autobus su sede riservata, metropolitane leggere o metrotranvie, sistema ferroviario o investimenti per le infrastrutture stradali.

La necessità di un modello basato sull'analisi costi-benefici scaturisce dall'osservazione del crescente livello di congestione che ormai caratterizza l'intero territorio nazionale e fornisce lo spunto per la ricerca di soluzioni efficaci e ambientalmente sostenibili: il problema dell'accessibilità rappresenta di fatto un freno ai benefici della crescita economica. I modelli esistenti utilizzati per valutare i progetti di investimento nel settore dei trasporti pubblici attualmente in uso rispondono male a questa necessità. Sono stati presi in esame:

- alcuni casi studio (30) relativi ad altrettanti progetti di investimento nel settore dei trasporti redatti in USA o in Canada nel periodo 1991-2001
- le analisi relative a circa 400 grandi progetti valutati dalla Commissione UE nel periodo 1990-1999
- alcuni progetti sul territorio italiano (4) redatti nel 2000

Di fatto l'analisi effettuata segnala come l'analisi costi-benefici sia scarsamente applicata laddove non sia esplicitamente obbligatoria.

In Italia le valutazioni di tipo economico (analisi finanziarie e analisi economica) sono parte integrante, in ottemperanza all'art. 4 della Legge 144/99, dello studio di fattibilità² che deve essere:

- strumento ordinario per le scelte d'investimento delle amministrazioni pubbliche per progetti superiori ai 10,329 milioni di Euro;
- obbligatorio per i progetti di valore superiore ai 51,65 milioni di Euro;
- titolo preferenziale, se approvato dalle amministrazioni, per la valutazione d'investimento;

¹ Il progetto deve costituire un'unità d'analisi chiaramente identificata. Secondo i criteri dell'analisi costi benefici, una parte di un progetto più grande non costituisce un oggetto sufficientemente definito ai fini dell'analisi. Anche un insieme di progetti più piccoli, indipendenti e non interconnessi fra di loro non rappresenta di fatto un progetto valutabile.

² A partire dal 1999 (con le delibere CIPE 106 e 135) lo Studio di fattibilità ha cominciato a far parte integrante dei procedimenti programmatico-amministrativi alla base di molte delle politiche di investimento pubblico del Paese, divenendo non solo strumento diffuso per le politiche di sviluppo del Paese, ma anche (legge 144/99) strumento ordinario (e obbligatorio) per gli investimenti pubblici di importo superiore a 20 miliardi di lire. La stessa legge finanziaria per il 2002 (legge 448/2001) ne rilancia il ruolo a supporto della capacità di programmazione delle amministrazioni centrali, regionali e locali.

- requisito indispensabile, se certificato dai NUVV (NUClei di Valutazione e Verifica degli investimenti pubblici istituiti dalla legge 144/1999), per l'accesso al finanziamento per la progettazione preliminare (opere superiori ai 1,549 milioni di euro).

Nel contesto nazionale il quadro economico deve essere redatto ai sensi del regolamento di attuazione della L.109/94 di cui alla G.U. del 28.04.2000.

Proprio in relazione al fatto che la metodologia basata sull'analisi costi-benefici risulta essere quasi del tutto assente nella valutazione dei progetti di investimento per sistemi di trasporto pubblico, i progetti relativi alle infrastrutture stradali paiono sempre economicamente più efficaci, benché sia dimostrato che i vantaggi siano di corta durata in ragione dell'effetto della "domanda indotta".

Il modello di analisi costi-benefici esemplificato nel testo pone in evidenza i diversi tipi di benefici e di costi legati ai progetti di investimento nei trasporti pubblici, gli aspetti fondamentali della metodologia proposta (desunti dalla valutazione dei progetti di investimento per le infrastrutture stradali), la stima dei costi e l'analisi di rischio.

L'applicazione della metodologia proposta può produrre risultati idonei ad evidenziare i benefici connessi alla migliore gestione del traffico veicolare in termini di riduzione della congestione, risparmi di tempo, aumento della velocità commerciale, riduzione delle emissioni dei principali inquinanti atmosferici, riduzione delle emissioni che contribuiscono ad aumentare l'effetto serra e diminuzione del numero di incidenti, fattori a cui si accompagna la possibilità di servire un maggior numero di persone nell'unità di tempo e la migliore utilizzazione del suolo pubblico.

Le metodologie di analisi utilizzano oltre ai differenti costi del progetto (immobilizzazione, rendita ed effetti sull'uso del suolo) tre valori fondamentali nello schema per la valutazione dei costi-benefici: valori attualizzati netti (VAN) , rapporto benefici - costi e saggio di rendimento interno (SIR).

Trasporto pubblico: una prospettiva nazionale

Contrariamente agli investimenti per le infrastrutture stradali, per le quali esiste un quadro di analisi microeconomica rigoroso da più di trenta anni, gli investimenti nei trasporti pubblici sono analizzati sulla base di altri fattori. Le alternative di investimento sulle reti stradali sono analizzate quasi sempre in funzione dei benefici e dei costi economici, del valore di attualizzazione netta (VAN) e del saggio interno di rendimento (SIR)³ dell'opera progettata, mentre i progetti di investimento nel

³ L'applicazione del metodo V.A.N. consiste nella scelta di un valore i di solito coincidente con il tasso di mercato i_m e nella conseguente verifica se $f(i)$ sia positivo o negativo: l'applicazione del metodo S.I.R. consiste invece nel determinare l'intercetta della funzione con l'asse delle ascisse i e nell'osservare se essa

sette dei trasporti pubblici sono solitamente valutati in termini di bilanci di pianificazione, analisi multicriteriale e indice dei costi per le alternative di tracciato cui si accompagnano spesso altri criteri che poco o nulla hanno a che fare con la valutazione economica degli investimenti sui trasporti pubblici o strettamente correlate al rapporto tra benefici e costi di queste modalità di trasporto.

Questa modalità di fatto pone i responsabili politici e gli attori del processo di pianificazione di fronte al problema se convenga sempre identificare soluzioni basate sul trasporto pubblico (sia se alternativo sia se se complementare all'investimento sul settore stradale) allo scopo di risolvere i problemi di congestione veicolare e i problemi ambientali che sono sempre più rilevanti e rappresentano un freno allo sviluppo economico. Sino a che i progetti di investimento nel trasporto pubblico non saranno valutati sulla stessa base dei progetti di investimento nel settore stradale, secondo un modello di calcolo dettagliato dei costi e dei benefici derivanti da ogni tipologia di progetto, non sarà possibile effettuare scelte razionali. Il fatto che esista un quadro di valutazione economica standard per le infrastrutture stradali e non sia reperibile un analogo modello per il trasporto pubblico può essere il fattore per cui si tende ad investire maggiormente nel sistema di trasporto privato. Sebbene il processo decisionale non implichi la comparazione tra il sistema di trasporto pubblico e l'infrastrutturazione stradale, l'assenza di un modello di analisi costi-benefici per il trasporto collettivo è di fatto un ostacolo alla possibilità di compiere delle scelte trasparenti.

Sia che si tratti della possibilità di accrescere la capacità di un servizio di trasporto, dell'ammodernamento di un sistema collettivo o di sostituire o riparare un veicolo, i responsabili delle azioni di governo devono saper fondare le proprie decisioni su una comparazione tra costi e benefici.

Metodi di valutazione dei progetti di investimento nei trasporti pubblici attualmente utilizzati

In questo capitolo si analizzano alcuni progetti di investimento in infrastrutture per il trasporto collettivo. L'analisi è relativa alle valutazioni effettuate negli ultimi dieci anni da enti statali o locali

cade al di sopra o al di sotto del tasso di interesse di mercato i_m . La scelta del criterio non è indifferente. Lo è solo nel caso in cui il progetto sia comparato alla sola opzione zero (stato di fatto). Se si confrontano più alternative progettuali, una eventuale diversa articolazione temporale dei benefici e dei costi darà luogo a diverse pendenze delle funzioni. Deve quindi essere resa evidente nella fase di attualizzazione, per tutti i progetti oggetto di analisi, l'incidenza della scelta del criterio e soprattutto del tasso (operazione non priva di discrezionalità e aleatorietà) sul risultato della valutazione.

ed è volta ad appurare se la metodologia utilizzata possa rispondere alle esigenze fondamentali di una analisi esaustiva in termini di costi-benefici.

I progetti di trasporto pubblico esaminati per l'analisi

Sono state esaminate le tecniche più recenti utilizzate per la valutazione dei progetti di investimento in infrastrutture stradali, focalizzando l'attenzione sui metodi che permettono di stabilire una comparazione diretta tra i progetti di infrastrutture stradali e quelle per il trasporto collettivo.

Gli studi di valutazione analizzati si riferiscono a diverse modalità di trasporto pubblico: autobus, servizi di autobus su linea dedicata, metrotranvie, sistemi ibridi, metropolitane e servizi ferroviari. I contesti geografici sono assai vari, per dimensione e localizzazione, poiché si riferiscono sia al contesto internazionale sia a quello europeo o italiano. Le metodologie di analisi utilizzate sono molteplici: analisi costi-benefici completa o relativa a soli pochi indicatori, analisi costi - efficacia, valutazione dei benefici e valutazioni parziali.

Tabella 1

N.	Studio	Anno	A cura di	Metodologia	Modalità TP	Città	Pop. insediata
1	Tranvia a Milwaukee	1998	Wisconsin Policy Research Inst.	Analisi comparativa / Analisi costi-efficacia	Tranvia	Milwaukee	600.000 ab.
2	Corridoio Est Side a Los Angeles	2001	Dep. Trasporti E.U / MTA	Studio di impatto / Analisi di efficacia	Tranvia	Los Angeles Est Side	250.000 ab.
3	Benefici del sistema di trasporto pubblico nella regione di Victoria	1996	BC Transit	Valutazione dei benefici	Tutti i servizi di TP	Regione di Victoria	304.000 ab.
4	Prolungamento della metropolitana leggera nel Westside: analisi costi-benefici per gli utilizzatori	1998	Tri-met	Analisi costi-benefici	Metrotranvia	Portland (Oregon)	532.000 ab.
5	Investimenti nel settore del TP: la valutazione degli impatti economici	1991	Delaware Valley Regional Planning Commission	Modelli di previsione economica e di simulazione	Tutti i servizi di TP	Philadelphia e area periferica	1.600.000 ab.
6	SkyTrain: sicurezza dei passeggeri e riduzione della congestione	2000	Città di Vancouver	Analisi costi-benefici parziale (sono esclusi i benefici collettivi)	Sky Train	Vancouver	1.830.000 ab.
7	Moving Forward: benefici economici e sociali delle modalità di trasporto nella Great Cincinnati	2001	Metropolitan Mobility Alliance	Analisi costi-benefici / analisi di rischio	Metro leggero / autobus	Cincinnati	400.000 ab.
8	Piano direttore dei trasporti della MROC - Trasporto Pubblico	1996	Municipalità regionale di Ottawa - Carleton	Valutazione costi- effetti	Trasporto pubblico	Ottawa - Carleton	1.100.000 ab.
9	Piano direttore dei trasporti della MROC - Trasporto Urbano rapido	1996	Municipalità regionale di Ottawa - Carleton	Valutazione costi- effetti	Trasporto urbano rapido	Ottawa - Carleton	1.100.000 ab.
10	Ottimizzazione del Transit Service. ...	1999	Toronto Transit Commission	Analisi costi - efficacia (massimizzazione e della frequentazione)	Trasporto pubblico	Toronto	4.300.000 ab.
11	Quale futuro per il Rapid Transit a Broadway: analisi di comparazione	2000	Città di Vancouver	Analisi di comparazione / analisi costi-efficacia	Trasporto urbano rapido	Vancouver	1.830.000 ab.
12	Centrale IRT MTA a Baltimora	1996	FTA / MTA	Analisi dei costi e di rischio	Metro leggero	Baltimora	2.500.000 ab.

N.	Studio	Anno	A cura di	Metodologia	Modalità TP	Città	Pop. insediata
13	West Coast Express	1998	BC Rapid Transit Company	Valutazione del sistema (costi, benefici e suggerimenti)	Treno regionale	Colombie Britannique	4.100.000 ab.
14	Autobus con piattaforma ribassata	1993	TRB / TRCP	Valutazione qualitativa del miglioramento del servizio	Autobus	Ann Arbor (Michigan)	114.000 ab.
15	Autobus navetta	1993	TRB / TCRP	Valutazione qualitativa del miglioramento del servizio	Autobus	Aspen (Colorado) / Contea di Pitkin	14.800 ab.
16	Abribus sovradimensionati	1993	TRB / TCRP	Valutazione qualitativa del miglioramento del servizio	Autobus	Portland (Oregon)	532.000 ab.
17	Abribus	1993	TRB / TCRP	Valutazione qualitativa del miglioramento del servizio	Autobus	Rochester (New York)	1.100.000 ab.
18	Tram storici	1993	TRB / TCRP	Valutazione qualitativa del miglioramento del servizio	Tranvie	San Francisco (California)	800.000 ab.
19	Benefici e introiti per il sistema di metropolitana leggera nella regione di Austin	1999	Capital Metro	Analisi costi-benefici	Metro leggero	Austin (Texas)	1.100.000 ab.
20	Edmonton IRT: una scelta appropriata?	1991	Analyse de Politiques	Analisi costi .benefici / analisi comparative	Metro leggero / autobus	Edmonton	862.000 ab.
21	Valutazione costi-efficacia per le alternative al sistema Rapid Transit ad Atlanta	1997	Università di Harvard	Analisi costi-efficacia (massimizzazione e della frequentazione)	Sistema ferroviario	Atlanta	4.3000.000 ab.
22	Benefici commerciali dei sistemi di trasporto rapido di massa	1999	Federal Transit Administration	Analisi costi-benefici parziale	Metropolitane e servizi ferroviari	Washington (DC)	4.000.000 ab.
23	Sistema di trasporto pubblico a Calgary	2000	Città di Calgary	Valutazione sistemica / analisi costi efficacia	Autobus e linee su ferro	Calgary	821.000 ab.
24	Sviluppo o regressione: il sistema ferroviario nella Baia di San Francisco	1999	San Francisco bay Area Rapid Transit District	Analisi comparativa / analisi costi efficacia	Servizio ferroviario	San Francisco (California)	800.000 ab.

N.	Studio	Anno	A cura di	Metodologia	Modalità TP	Città	Pop. insediata
25	Un attore economico essenziale per la metropoli	2000	Société de transport de la Communauté urbaine de Montréal	Valutazione sistemica (valutazione qualitativa dei benefici	Trasporto Pubblico	Montreal	3.300.000 ab.
26	Indirizzi per il futuro	2000	Société de Transport de la ville de Winnipeg	Valutazione sistemica / analisi costi efficacia / valutazione dei vantaggi per gli utenti	Trasporto pubblico	Winnipeg	667.000 ab.
27	Benefici del Transit 2000	2000	Federal Transit Administration	Valutazione dei benefici	Servizi di trasporto pubblico su ferro	Washington (DC), Sacramento, St. Louis, Portland, Dallas, Chicago	
28	Benefici del sistema di trasporto pubblico nella Miami Valley	1997	Miami Valley Regional Transit Authority	Analisi costi-benefici / incidenza economica	Autobus / filobus	Dayton (Ohio)	1.200.000 ab.
29	Report sui benefici economici del sistema di trasporto pubblico nella Western Riverside County	1996	Riverside Transit Agency	Valutazione dei benefici	Autobus	Riverside County (California)	1.550.000 ab.
30	Benefici individuali e collettivi per il sistema di trasporto pubblico	1987	Toronto Transit Commission	Valutazione dei benefici	Trasporto Pubblico	Toronto	4.300.000 ab.
31	Studio di fattibilità di un sistema integrato di trasporto pubblico. Collegamento tranviario tra la funivia di Catanzaro ed il quartiere Pontegrande. Regione Calabria – Comune di Catanzaro	2000	EPF	Analisi finanziaria ed economica	Tranvia e linee di autobus	Catanzaro	90.279 ab.
32	Studio per due lotti della metropolitana Linea 5	2000	Gruppo CLAS	Analisi costi-benefici	Metropolitana	Milano	1.182.693 ab.
33	Ristrutturazione e ammodernamento della quarta linea tranviaria	2000	Gruppo CLAS	Analisi costi-benefici	Tranvia	Torino	857.433 ab.
34	Realizzazione di una metropolitana leggera	2000	Gruppo CLAS	Analisi costi-benefici	Metropolitana leggera	Parma	168.717 ab.

Quadro di valutazione

Sono state valutate le metodologie utilizzate per gli studi riportati nella Tabella 1 al fine di determinare quali di queste contemplassero i successivi criteri:

1. la capacità di restituire un quadro completo delle incidenze sui fattori economici e sociali del progetto - ad esempio le funzioni strategiche connesse;
2. la capacità di individuare l'importanza particolare della "durabilità" (o lungo periodo di utilizzo) come risultato auspicabile delle politiche di trasporto.

Come precedentemente indicato gli studi confermano l'importanza di descrivere tutte le incidenze economiche e sociali di un progetto nell'analisi costi-benefici. Un'analisi che si focalizzasse essenzialmente sui vantaggi legati alla gestione delle infrastrutture o i benefici sul piano ambientale potrebbe in molti casi indurre il nucleo di valutazione a respingere l'istanza di cofinanziamento del progetto quando il risultato avrebbe invece potuto essere differente se fossero stati presi in considerazione entrambi i fattori. E' dunque essenziale considerare, all'interno di un bilancio economico per un sistema di trasporto pubblico, tutte le categorie di impatto, sia quelle legate alla mobilità a prezzi contenuti sia quelle connesse allo sviluppo economico . E' altrettanto importante riuscire a far emergere il ruolo del trasporto pubblico sul piano della durabilità dell'investimento, soprattutto qualora questo debba essere comparato ad altre modalità di trasporto.

Gli studi precedentemente riportati sono stati valutati in relazione ai 35 parametri atti a misurare la bontà delle analisi costi-benefici, parametri che se presenti restituiscono la completezza dello studio di valutazione degli investimenti per i progetti di trasporto pubblico.

Si possono ripartire i criteri secondo quattro grandi categorie:

1. Individuazione dello scenario di riferimento e delle alternative
 - 1.1. Individuazione dello scenario di riferimento
 - 1.2. Individuazione esaustiva delle alternative e analisi delle stesse
 - 1.3. Individuazione esaustiva e analisi delle alternative in termini di modalità di erogazione del servizio e di gestione
 - 1.4. Individuazione esaustiva e analisi delle opzioni di tariffazione del servizio
2. Categorie di beneficio
 - 2.1. Calcolo dei benefici per tutta la durata di vita utile del progetto
 - 2.1.1. Incidenza materiale
 - 2.1.2. Valore monetario
 - 2.2. Calcolo del valore attualizzato

- 2.3. Calcolo dei benefici e dei costi (parzialmente o quantitativamente)
 - 2.3.1. Incidenza materiale
 - 2.3.2. Valore monetario
- 2.4. Calcolo del valore dei benefici connessi alla gestione dell'infrastruttura (parzialmente o quantitativamente)
 - 2.4.1. Risparmi sul tempo medio di viaggio
 - 2.4.2. Aumento della sicurezza nel trasporto
 - 2.4.3. Effetti indotti
 - 2.4.4. Riduzione dei costi di ammortamento dei veicoli
- 2.5. Vantaggi sul piano ambientale
 - 2.5.1. Riduzione delle emissioni
 - 2.5.2. Riduzione dei gas che contribuiscono all'aumento dell'effetto serra
 - 2.5.3. Effetti sull'inquinamento acustico
 - 2.5.4. Effetti sul settore idrico
- 2.6. Benefici sul piano della sicurezza
 - 2.6.1. Riduzione del tasso di mortalità per incidente stradale
 - 2.6.2. Riduzione del numero dei feriti
 - 2.6.3. Riduzione dei danni materiali ai veicoli e alle infrastrutture
- 2.7. Calcolo del valore degli effetti legati alla mobilità delle persone (parzialmente o quantitativamente)
 - 2.7.1. Risparmi economici per gli utenti
 - 2.7.2. Vantaggi economici su altri settori
- 2.8. Calcolo del valore dei benefici connessi alla gestione dell'uso del suolo, controllo della dispersione residenziale / terziaria (parzialmente o quantitativamente)
 - 2.8.1. Incidenza materiale
 - 2.8.2. Valore monetario
- 2.9. Calcolo del valore dei benefici connessi alla diversa gestione dell'utilizzo del suolo - qualità della vita (parzialmente o quantitativamente)
 - 2.9.1. Valore per la residenza
 - 2.9.2. Valore per il commercio
- 2.10. Analisi quantitativa della possibilità di doppio conteggio
- 2.11. Analisi di sensibilità quantitativa applicata ai benefici
- 3. Costi dei sistemi di trasporto pubblico
 - 3.1. Calcolo integrale dei costi (immobilizzazione delle aree, corsie riservate)
 - 3.2. Calcolo dei costi per tutta la durata utile di vita del progetto
 - 3.3. Calcolo dei costi attualizzati
 - 3.4. Analisi di sensibilità quantitativa o analisi di rischio

4. Indicatori di valutazione del progetto
- 4.1. Indicatori di costo-efficacia (costi per tratta, altro)
- 4.2. Indicatori quantitativi di costo-beneficio (VAN, SIR)
- 4.3. Analisi di sensibilità quantitativa o analisi di rischio

Individuazione dello scenario di riferimento e delle alternative⁴

Nella pianificazione degli investimenti per il trasporto pubblico, lo scenario di riferimento è relativo alla messa in opera del progetto realizzato in modo tale da garantire la massima efficienza. Questo scenario di riferimento può comprendere le innovazioni relative alla gestione dei sistemi di trasporto, i miglioramenti puntuali circa la capacità dell'infrastruttura (ad esempio il miglioramento dei punti di interscambio), misure atte ad ampliare la rete di autobus e così via.

I decisori e la popolazione in generale sanno che se si possono attuare modalità di trasporto relativamente poco costose e in grado di attenuare se non risolvere la congestione veicolare senza che debbano essere fatti investimenti onerosi, si potranno utilizzare più efficacemente le risorse residue per rispondere ad altre necessità a livello locale o regionale. Si definiscono quindi i vantaggi netti di un'alternativa di investimento come "vantaggi netti supplementari" qualora siano associati agli effetti di uno scenario di riferimento ben elaborato.

Per quanto riguarda i "vantaggi netti supplementari" l'analisi effettuata evidenzia come il 55% dei progetti presenti di fatto un'analisi comparativa dei progetti di investimento ma solo il 25% includa l'individuazione di un valido scenario alternativo. Inoltre pochissimi studi riportano osservazioni relative alle alternative in termini di modalità di erogazione del servizio e di gestione e ancor meno risultano essere quelli che esaminano differenti opzioni tariffarie.

⁴ Affinché vi siano alternative progettuali è necessario che le soluzioni prefigurate siano caratterizzate da variabili significativamente diverse in termini di risposta alla domanda accertata in termini di modalità di trasporto, tecnologia costruttiva, modalità di gestione, tracciato o localizzazione, soggetti coinvolti, forme di finanziamento. Sembra ragionevole chiedere che vengano sempre identificate e messe a confronto, per quanto possibile in termini quantificati, almeno due alternative progettuali. In altri termini, è necessario che si identifichino due o più modi alternativi di rispondere adeguatamente alla domanda di mobilità preliminarmente accertata. I documenti prodotti dovrebbero essere uno strumento di aiuto alla decisione, decisione non soltanto sul fare o non fare quel determinato intervento, ma sulla migliore soluzione da adottare nell'ottica della più razionale allocazione delle risorse pubbliche, sotto i diversi profili della sostenibilità finanziaria, economica, istituzionale, ambientale, ecc. L'ipotesi del progetto unico sminuirebbe invece decisamente la caratteristica di aiuto alla decisione e ne esalterebbe, al contrario, il ruolo di semplice verifica di compatibilità finanziaria.

In generale si può affermare che il numero di piani alternativi da sottoporre a valutazione dovrebbe essere il più elevato possibile in modo tale da non trascurare le opzioni potenzialmente più efficaci. Di fatto questo però non si verifica quasi mai e le analisi costi-benefici presentano solo la comparazione tra l'ipotesi di progetto e la situazione allo stato di fatto⁵. "L'attività di valutazione viene quindi sostanzialmente condotta a priori poiché anziché partire dagli obiettivi e dalle analisi per proseguire con la formulazione dei piani alternativi di intervento e valutarli comparativamente sino a giungere alla ricerca delle possibili forme di finanziamento, è proprio l'eventuale disponibilità di finanziamento per una specifica opera o tipologia di intervento a guidare le scelte, limitando le valutazioni al solo piano per il quale esiste il finanziamento. Quando poi la fonte di finanziamento è sovralocale il paradosso è completo poiché una eventuale valutazione negativa avrebbe l'effetto di indirizzare quegli stessi finanziamenti verso altri progetti (verosimilmente in altre città) e la realizzazione dell'intervento finanziato viene comunque considerata preferibile, perché l'investimento necessario viene considerato a livello locale come un beneficio, anziché un costo."⁶

Misure di valutazione

Due serie di indicatori risultano essenziali per valutare i vantaggi dei sistemi di trasporto pubblico:

- 1) quelli relativi al valore dell'investimento (valore attualizzato netto o VAN⁷ e rapporto benefici/costi)
- 2) quelli di risparmio temporale. La maggior parte degli studi analizzati ricorre a misure di costo-efficacia piuttosto che a misure di costo-beneficio anche se le prime si prestano male per analisi di tipo comparativo soprattutto qualora si debbano valutare differenti modalità di trasporto. Inoltre la maggior parte degli studi non contempla l'analisi di rischio, anche se proprio questa tipologia consente di determinare quali siano le alternative che minimizzano gli impatti.

⁵ Nella redazione di un'analisi di fattibilità, corredata dalle necessarie analisi economiche, dovrebbe essere dimostrato come l'alternativa migliore tra i progetti realizzabili sia proprio quella prescelta. Ciò dovrebbe essere documentato da studi di supporto dettagliati (per esempio di ingegneria, marketing, gestione, analisi dell'attuazione, valutazioni di impatto ambientale, ecc.). Gli elaborati dovrebbero riportare con sufficiente evidenza la fattibilità del progetto. Un tipico rapporto di fattibilità per grandi infrastrutture deve contenere informazioni sul contesto economico ed istituzionale, le previsioni della domanda (di mercato o fuori mercato), sulla tecnologia disponibile, il piano di produzione (compreso il tasso di utilizzazione dell'infrastruttura), le necessità di personale, le dimensioni del progetto, la sua localizzazione, il programma temporale e la realizzazione, le fasi di espansione, la programmazione finanziaria, gli aspetti ambientali.

⁶ E. Musso, C. Burlando, op.cit

⁷ Si veda il paragrafo "Sistemi filoviari e sistemi ibridi"

Si deve osservare inoltre che nella quasi totalità dei casi analizzati si ricorre a metodologie basate su analisi qualitative anziché quantitative.

Gli studi in materia di investimenti nel settore dei trasporti pubblici omettono solitamente la variabile relativa alla "durabilità" dell'investimento e la predetta analisi di rischio che consente di rilevare come il progetto solitamente possa generare benefici superiori ai costi.

Vantaggi e costi di investimento nel settore dei trasporti pubblici

Di seguito sono riportati i dati quantitativi necessari per la stima dei costi e dei benefici relativi ad alcuni progetti di investimento.

E' possibile identificare quattro tipologie di analisi per la comparazione dei progetti di investimento:

- progetti di investimento nel trasporto pubblico (differenti tracciati per le metrotranvie, differenti tecnologie o altre modalità di servizio)
- sviluppo e ammodernamento delle reti esistenti e accrescimento della capacità
- progetti per valutare la redditività delle differenti modalità di trasporto, per esempio autobus di linea, sistemi filoviari, sistemi ibridi, metrotranvie, metropolitane
- investimenti sulle infrastrutture esistenti (volti a migliorare la qualità del servizio) e investimenti destinati a stabilizzare gli introiti (in modo tale da frenare l'innalzamento delle tariffe)

Classificazione dei benefici e dei costi

Sebbene le ripercussioni dei progetti di investimento possano contemplare numerose modalità di realizzazione si tratta in tutti i casi di differenti valutazioni economiche orientate ad un solo risultato.

Consideriamo il risparmio temporale: gli utenti valutano spesso la riduzione del tempo impiegato per lo spostamento in funzione di una migliore qualità della vita. Tuttavia, alcuni considerano questo fattore solo nel momento in cui decidono di stabilirsi in una data località, fattore che può ripercuotersi sia sull'offerta sia sulla domanda di alloggi e conseguentemente sul prezzo delle residenze e degli affitti. Se un aumento degli affitti denota un accrescimento del valore economico degli alloggi, dovrà essere effettuata una doppia contabilizzazione riportando questo innalzamento al valore della riduzione dei tempi di spostamento, poiché gli affittuari o i nuovi proprietari rappresentano il prodotto di una reazione a catena di tipo economico, rapportabile alla capitalizzazione della diminuzione del tempo di spostamento.

I benefici sul piano della salute sono un altro esempio: la popolazione sarà in miglior stato di salute se l'utilizzo del trasporto pubblico contribuisce a migliorare la qualità dell'aria. Tuttavia il miglioramento dello stato di salute complessivo (la diminuzione dell'incidenza delle malattie) sarà contabilizzato due volte se sarà rapportato al miglioramento della qualità dell'aria che considera implicitamente i benefici sul piano sanitario.

Se la doppia contabilizzazione può avere molte cause (ad esempio la reazione a catena di tipo economico precedentemente citata), il modello di analisi costi benefici sociali esige una classificazione completa degli indicatori tale da poter ridurre al minimo gli errori legati alla doppia contabilizzazione. Questa classificazione è relativa a tre categorie di benefici:

Gestione delle infrastrutture e altri vantaggi relativi all'ambiente: i benefici sul piano della gestione delle infrastrutture sono relativi alla riduzione dei costi sociali connessi alla diversione modale e alla diminuzione della congestione veicolare, che include la riduzione dei tempi di trasporto, i risparmi legati all'utilizzo dei veicoli, la contrazione delle emissioni inquinanti e l'accresciuta sicurezza. A livelli differenti sono proprio gli utenti del trasporto pubblico, gli automobilisti e la collettività che fruiscono di questi benefici.

Mobilità: i vantaggi relativi alla mobilità includono 1) l'accresciuta accessibilità ai servizi di trasporto anche da parte delle fasce sociali più deboli 2) le economie relative al settore assicurativo

Sviluppo economico nell'area: l'investimento nel settore del trasporto pubblico accresce di fatto il valore delle proprietà commerciali e residenziali. L'innalzamento del valore delle proprietà è integrato nell'analisi costi benefici e corrisponde a quella parte di aumento che eccede l'impatto della riduzione del tempo di spostamento dei residenti. Questo aumento rappresenta un vantaggio per i non utenti e più precisamente il valore monetario che il consumatore attribuisce ai vantaggi geografici associati al sistema di trasporto pubblico (l'urbanizzazione).

La classificazione dei costi economici include quattro categorie di costo:

- i costi di infrastrutturazione (veicoli, installazioni di vario tipo e materiale),
- i tempi di realizzazione e di riparazione,
- il costo della mano d'opera e del carburante e le altre fasi di erogazione del servizio,
- i costi connessi all'utilizzo del capitale.

Modello economico per la valutazione dei benefici derivanti dagli investimenti nei trasporti pubblici

I vantaggi economici degli investimenti nei trasporti pubblici possono essere illustrati mediante il ricorso ad un grafico semplice che evidenzia il rapporto tra il costo generalizzato di trasporto (che comprende il valore del tempo di spostamento e il costo, per gli utenti del trasporto pubblico, del biglietto e, per gli automobilisti, quelli del carburante, dell'olio e dell'ammortamento del veicolo) e la domanda di trasporto (misurata in numero di spostamenti/anno). Questo rapporto, denominato curva della domanda di trasporto, è inverso: più il costo generalizzato di trasporto diminuisce, più il numero di spostamenti aumenta. Il modello economico può servire per stimare i vantaggi derivanti sia dagli investimenti per l'ammodernamento sia per quelli relativi alle nuove reti.

Gli effetti di un investimento relativo all'ammodernamento del servizio possono essere relativi alla riduzione del costo generalizzato del sistema di trasporto pubblico. Per esempio l'accrescimento del numero di autobus su un itinerario esistente contribuirà a far diminuire il tempo di attesa alle fermate e conseguentemente la porzione del costo generalizzato di trasporto che corrisponde al valore del tempo. Questa riduzione ha due effetti: quella di avvantaggiare gli utenti abituali del servizio che possono spostarsi più rapidamente e indurre alcuni automobilisti a ricorrere al servizio di trasporto pubblico (domanda indotta).

Nuove reti di trasporto: benefici per gli utenti

Analogamente per poter valutare gli investimenti sulle nuove reti di trasporto pubblico, o sui nuovi itinerari, deve essere valutato il risparmio economico per gli utenti che lo utilizzeranno. Per analizzare queste tipologie di investimento, si deve ricorrere alla domanda di trasporto e al costo generalizzato di trasporto. I futuri utenti potranno infatti usufruire di un minor costo di trasporto.

Ambedue le tipologie di investimento porteranno benefici agli automobilisti (soprattutto nel caso di tratte a pedaggio) categoria per la quale andranno calcolati i ridotti costi (minori tempi di spostamento, ecc.) anche se la ridotta congestione porterà altre persone a ricorrere all'utilizzo dell'auto. In questo caso i benefici del trasporto pubblico sono la somma dei benefici apportati agli automobilisti attuali e a quelli futuri.

Occorre osservare come taluni benefici siano relativi alla modalità di trasporto (variabili dipendenti dal modo di trasporto) contrariamente ad altre variabili (ad esempio quelle relative al tempo) che sono solitamente associate al costo (variabili indipendenti dalla modalità di trasporto). Nella Tabella successiva si riportano le variabili descritte e le modalità di quantificazione.

Tabella 2: Stima delle variabili utilizzate per il calcolo dei benefici relativi agli investimenti nel sistema di trasporto pubblico.

Variabili Benefici conseguibili per	Unità di misura	Dipendenza dalla modalità di trasporto
<i>Gestione delle infrastrutture</i>		
Valore del tempo di spostamento in auto	€/h	No
Valore del tempo di spostamento a piedi	€/h	No
Valore del tempo di attesa	€/h	Sì
Valore del tempo di spostamento con le condizioni infrastrutturali esistenti	€/h	Sì
Valore del tempo di spostamento con condizioni infrastrutturali future	€/h	Sì
Crescita annuale media del numero di VKP (Veicoli Km percorsi) nei primi 5 anni	%	Sì
Crescita annuale media del numero di VKP (Veicoli Km percorsi) nel periodo 5- 10 anni	%	Sì
Crescita annuale media del numero di VKP (Veicoli Km percorsi) nel periodo 10- 20 anni	%	Sì
Velocità media con rete scarica	Km/h	Sì
Convergenza dei tempi di spostamento auto-ferrovia	%	Sì
Frequenzazione prevista	Numero Passeggeri /anno	Sì
Aumento annuale medio di frequentazione dei treni	%	Sì
Percentuale modificazione taglio modale da veicolo privato a mezzo pubblico	%	Sì
Distanza media percorsa	Km	Sì
Coeff. di occupazione veicolare	N. Passeggeri	Sì
Emissioni di composti organici volatili	Grammi /km	Sì
Emissioni di monossido di carbonio	Grammi /km	Sì
Emissioni di ossido di azoto	Grammi /km	Sì
Emissioni di PM ₁₀ e PM _{2.5}	Grammi /km	Sì
Costo delle emissioni di monossido di carbonio	€/Tonn	Sì
Costo delle emissioni di composti organici volatili	€/Tonn	Sì
Costo delle emissioni di ossido di azoto	€/Tonn	Sì
Costo delle emissioni di PM ₁₀ e PM _{2.5}	€/Tonn	Sì
Consumo di carburante	Litri /anno	Sì
Consumo di olio per autotrazione	Litri /anno	Sì
Tasso di consumo dei pneumatici	%	Sì
Tasso di utilizzo dei servizi di riparazione	%	Sì
Coeff. di ammortamento	%	Sì
Costo unitario del carburante	€/litro	No
Costo unitario dell'olio per autotrazione	€/litro	No
Costo unitario dei servizi di riparazione	€/anno	No

Costo unitario di ammortamento del veicolo	€/anno	No
Costo medio per il parcheggio	€/anno	Sì
Tasso di incidenti mortali	Incidenti / VKP	Sì
Tasso di incidenti con feriti	Incidenti / VKP	Sì
Tasso di incidenti con soli danni materiali	Incidenti / VKP	Sì
Costo degli incidenti mortali	€/Incidente	No
Costo degli incidenti con feriti	€/Incidente	No
Costo degli incidenti con soli danni materiali	€/Incidente	No
<i>Mobilità delle persone</i>		
Tariffa media di trasporto	€	Sì
Costo medio della migliore alternativa di trasporto	€	Sì
Elasticità dei sistemi di trasporto pubblico	-	Sì
Percentuale degli spostamenti per motivi professionali	%	No
<i>Sviluppo economico</i>		
Settori di impatto	Km (raggio)	Sì
Numero di proprietari di abitazioni uso residenziale nel raggio considerato	Val. assoluto	Sì
Numero di proprietari di alloggi / spazi uso commerciale/ terziario nel raggio considerato	Val. assoluto	Sì
Aumento del valore per i proprietari residenze	%	Sì
Aumento del valore per i proprietari spazi commerciali / terziari	%	Sì
<i>Fattori generali</i>		
Aumento medio dei prezzi al consumo	%	No
Tasso di sconto	%	No

Controllo della domanda di trasporto su mezzo privato e vantaggi sul piano ambientale

Il sistema di trasporto pubblico si rivela essere la soluzione più idonea per la riduzione della congestione veicolare che contribuisce a far aumentare i tempi di spostamento: quanti costretti a muoversi possono infatti risparmiare tempo grazie al sistema di trasporto pubblico. La congestione stradale è dovuta essenzialmente al fatto che la domanda di mobilità eccede la capacità della rete infrastrutturale. Quando il volume di traffico è ridotto i veicoli possono procedere alle velocità consentite. Proprio nelle ore di punta, a causa della congestione veicolare, i tempi di trasferimento e i costi associati sono più elevati.

Il sistema di trasporto pubblico contribuisce a:

1. ridurre i tempi di spostamento di quanti continueranno ad utilizzare l'automobile,
2. ridurre il numero di spostamenti effettuati con il veicolo privato ,
3. utilizzare più efficacemente la rete stradale.

Vantaggi temporali

I vantaggi temporali si esplicano con una riduzione complessiva del tempo totale di spostamento e una variazione della qualità o del valore del tempo di spostamento.

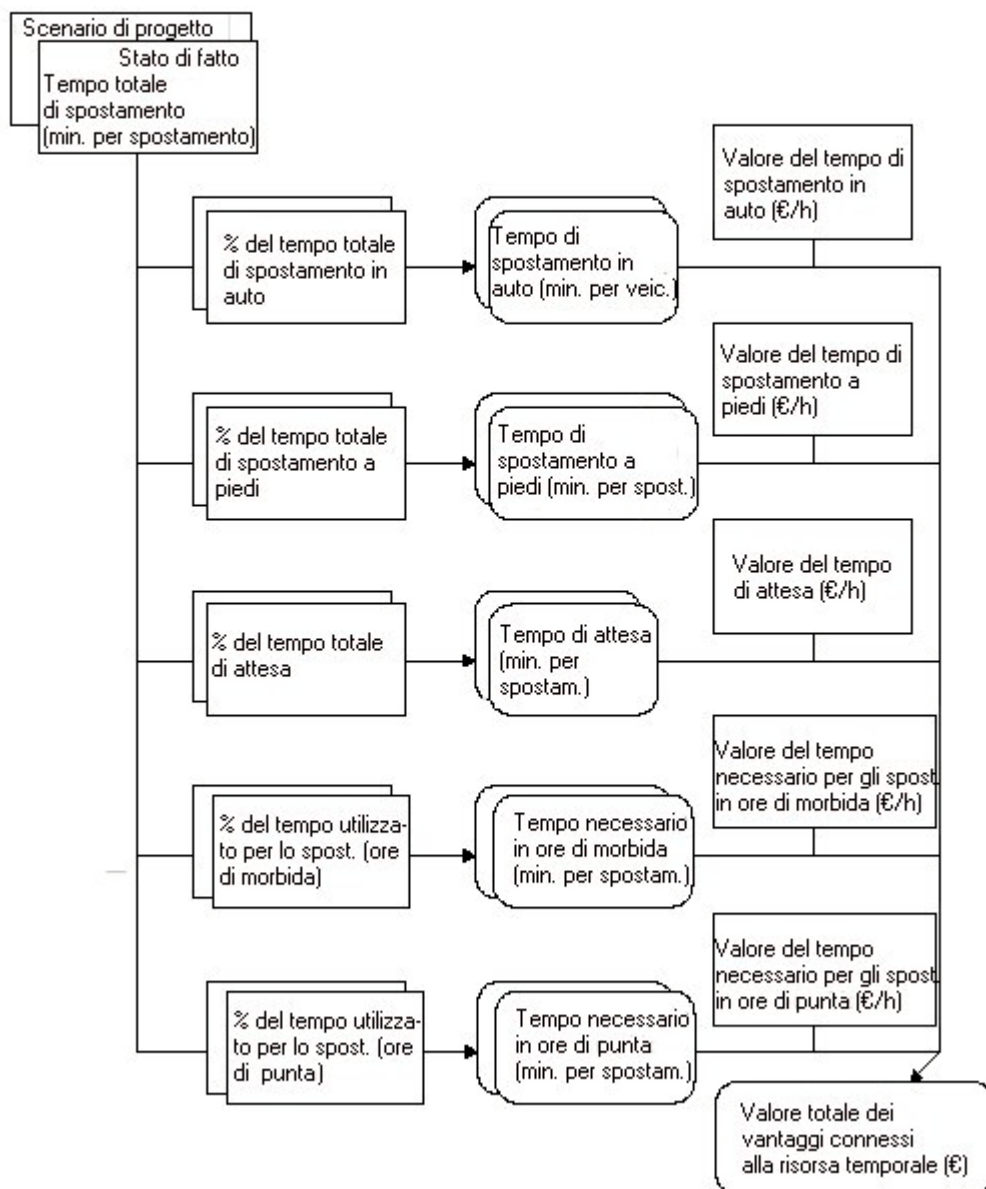
Nella maggior parte degli investimenti nel settore dei trasporti pubblici, le economie di tempo sono valutate in funzione della diminuzione prevista di utilizzo della rete stradale (VKP) relativa alla percentuale di persone che modificano la modalità di trasporto a favore del mezzo pubblico. Se si prende in considerazione il caso di un sistema a guida vincolata di grande capacità (metrotranvia o metropolitana) le economie di tempo mostrano gli effetti della convergenza temporale.

Se le economie di tempo relative alla diminuzione del numero di VKP rappresentano il vantaggio per i nuovi utenti, gli investimenti nel settore del trasporto pubblico possono ugualmente accrescere le economie di tempo degli utenti attuali del sistema di trasporto.

Le economie di tempo devono essere valutate nei vari scenari di investimento infrastrutturale prendendo come riferimento lo scenario attuale (stato di fatto). La strutturazione di un servizio di autobus o su ferro non influisce solamente sulla durata dello spostamento ma sulla qualità o il valore dello stesso. Le economie di tempo che procurano questi investimenti possono essere valutate in funzione della percentuale del tempo totale di spostamento utilizzato nelle differenti condizioni di traffico (ore di punta o di morbida) nello scenario di riferimento (stato di fatto) e negli

scenari di progetto. Si possono in seguito valutare i vantaggi finanziari conseguibili a partire dalla stima dei differenti valori del tempo nelle differenti condizioni di traffico osservate.

Diagramma per la stima dei vantaggi connessi ai tempi di spostamento (qualitativi)



Economie di tempo relative ai progetti di investimento per linee di autobus

Nel caso di progetti di investimento relativi all'istituzione o al potenziamento delle linee di autobus (o filobus) le economie di tempo sono principalmente attribuibili alla diversione modale attuata dai nuovi utenti che contribuiscono così a decongestionare la rete infrastrutturale: tale modificazione comporterà una riduzione dei veicoli in transito inducendo un risparmio di tempo anche per quanti

continueranno a ricorrere al mezzo di trasporto privato o ai servizi taxi. Per stimare l'impatto dovuto alla modificazione modale, si converte il numero totale di spostamenti effettuati con il trasporto pubblico riducendo il numero dei veicoli chilometro percorsi (VKP) a partire dalla distanza media percorsa e dal coeff. di occupazione del sistema progettato. L'indicatore può essere stimato come di seguito:

$$\Delta VKT_{\text{mod}} = ((DF * RF) / OR_{\text{mod}}) * ATL_{\text{mod}}$$

In cui: DF indica il fattore di conversione al trasporto pubblico

RF indica la frequenza prevista del sistema di trasporto pubblico in progetto

OR indica il coeff. di occupazione dei veicoli in relazione alla modalità di trasporto

ATL indica la distanza media percorsa in relazione al modo di trasporto.

Le economie di tempo possono essere valutate a partire dalla stima della contrazione in termini di veicoli per km percorsi (VKP).

Economie di tempo a seguito dei progetti di investimento per reti ferroviarie

Teoria della convergenza dei tempi di percorrenza

Ultimamente i ricercatori attivi nel campo dei trasporti ferroviari⁸ hanno valutato, per i servizi di autobus che percorrono gli assi viari urbani congestionati dal sempre crescente traffico automobilistico, che il tempo di percorrenza per i diversi modi di trasporto tende a convergere.

⁸ Teoria della convergenza di Mogridge-Lewis. "Mogridge osserva che la velocità minima del sistema di trasporto è funzione del trasporto pubblico. In particolare, più è efficiente e rapido il trasporto pubblico più alta sarà la cosiddetta 'velocità critica' o 'velocità minima accettabile', cioè la velocità di equilibrio del trasporto urbano. Questo porta Mogridge a teorizzare che in un ambito urbano caratterizzato da eccesso di domanda, la costruzione o l'allargamento di una strada possa, paradossalmente, diminuire anziché aumentare la velocità di circolazione." Perché il trasporto pubblico determina la velocità di equilibrio del trasporto urbano? Perché l'attrazione del trasporto privato e del trasporto pubblico tendono ad eguagliarsi? Questo può essere così spiegato: se per raggiungere un determinato luogo possiamo alternativamente usare il trasporto privato su strada (automobile) o il trasporto pubblico (ad esempio la metropolitana), secondo il primo principio di Wardrop, la loro velocità tenderà ad eguagliarsi (e quindi anche la loro attrattiva). Infatti:

- se il trasporto su strada è più lento del trasporto pubblico, allora alcuni automobilisti si trasferiranno al trasporto pubblico, riducendo la congestione, fino a che la velocità del trasporto privato e del trasporto pubblico saranno eguali,
- se il trasporto su strada è più veloce del trasporto pubblico, allora - in condizioni di eccesso di domanda - alcuni automobilisti precedentemente scoraggiati (o che utilizzavano il trasporto pubblico) si trasferiranno al trasporto privato, aumentando la congestione, fino a che la velocità del trasporto pubblico e del trasporto privato saranno eguali.

Sotto quali condizioni vale questo assunto?:

1. in presenza di eccesso di domanda
2. qualora per raggiungere una destinazione siano disponibili due modi alternativi (pubblico e privato)

Questa conclusione ha alcune importanti ripercussioni sulle strategie di investimento nei trasporti destinati ai corridoi urbani soggetti a congestione e favorisce l'adozione di una strategia basata sul trasporto pubblico.

In linea generale i tempi di percorrenza nell'ora di punta e il numero di persone che utilizzano l'autoveicolo privato anziché il sistema di trasporto pubblico dipendono da un certo numero di fattori riconducibili alla capacità della strada, al rapporto dei costi di utilizzo tra il veicolo privato e quello pubblico, alle propensioni personali. Malgrado tutte queste variabili la tendenza osservata, ossia la convergenza dei tempi di trasporto a prescindere dal mezzo utilizzato, appare evidente negli ultimi anni. Inoltre è proprio il tempo di trasporto del sistema pubblico che determina il tempo di trasporto delle altre modalità anche se i metodi di pianificazione attuali paiono non tenerne conto.

Il metodo classico prevede in primo luogo di determinare il numero di spostamenti tra due punti in relazione al numero di abitanti, di addetti, ecc. Successivamente si ripartiscono gli spostamenti tra le differenti modalità secondo il livello di reddito della popolazione, la propensione all'uso del veicolo privato, ecc. E' a questo stadio che la metodologia classica entra in crisi poiché non tiene conto di tutti coloro che mutano costantemente la modalità di trasporto per valutare quella più conveniente e non considera neppure tutti gli automobilisti che modificano il percorso "standard" per andare più velocemente. E' grazie a questi "esploratori" se i tempi di percorrenza tendono a convergere. Il fenomeno si spiega esattamente come la dinamica delle caratteristiche di circolazione sulle autostrade. Le velocità in ogni singola corsia autostradale tendono ad uniformarsi poiché alcuni conducenti ricercano continuamente la corsia di marcia più veloce e questo determina di fatto una velocità pressoché uniforme sulle altre corsie. Analogamente sulle strade urbane congestionate ci sono sempre alcuni guidatori che, non essendo costanti nella scelta della modalità o del percorso, ricercano sempre quello più veloce.

Se il servizio di trasporto pubblico si svolge in un corridoio fortemente congestionato, un innalzamento del solo 0,5% della domanda di trasporto può avere notevoli effetti sui tempi di percorrenza.

Sebbene il tempo di percorrenza rappresenti solitamente un costo maggiore rispetto al tempo di spostamento, i modelli solitamente non prevedono la corrispondenza dei tempi di percorrenza. La teoria sottesa agli attuali modelli fa riferimento al risparmio, al possesso dell'autoveicolo, all'impossibilità di effettuare un percorso diretto senza interscambio, alle preferenze personali. Il

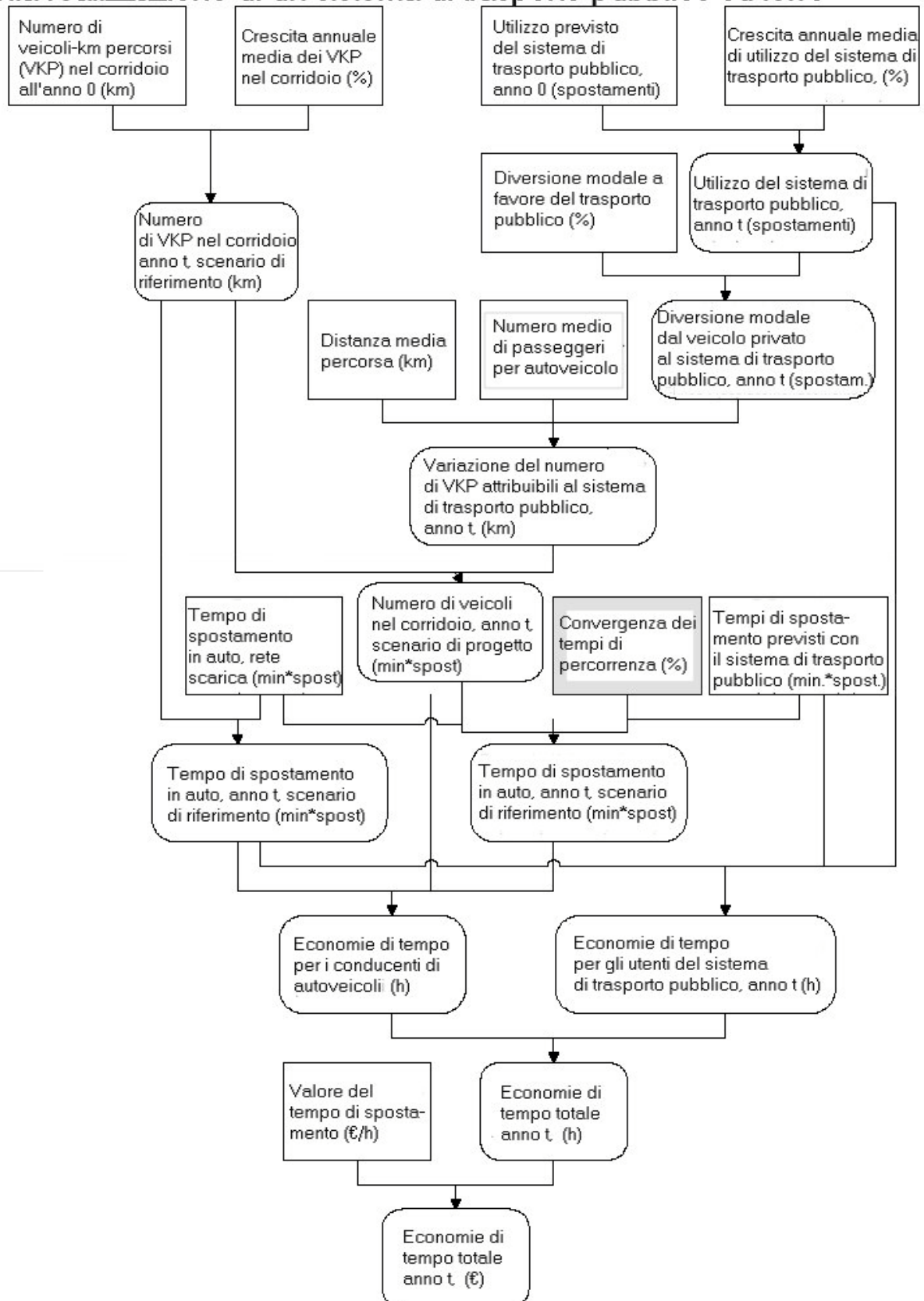
fatto che i tempi di percorso tendano ormai a convergere lascia supporre che la teoria corrente non valuti esattamente i legami reciproci tra le modalità di trasporto nei sistemi multimodali⁹.

9 "Sistemi multimodali: sistematizzazione teorica del problema dell'assegnazione a domanda elastica." Tratto da G.E. Cantarella & S. de Luca, *Metodi per l'assegnazione multimodale con domanda elastica a scala locale: analisi bibliografica*, Ricerca MURST Salerno, 2000. "Nel 1977 Florian affronta, per primo, il problema della domanda elastica tenendo conto della dimensione di scelta del modo di trasporto e simulando esplicitamente l'interazione tra flussi appartenenti a modi di trasporto distinti. Si tiene conto di due modi di trasporto (auto e bus) e si ipotizza che le funzioni di costo dei singoli archi dipendano dal flusso totale sull'arco. Per quanto riguarda il tempo di viaggio su mezzo collettivo si ipotizza che sia funzione del tempo di viaggio in auto, di una costante che tenga conto delle fermate effettuate dal veicolo e di altre variabili relative al servizio offerto; non si tengono conto di vincoli di capacità. La scelta modale viene schematizzata mediante un modello logit multinomiale, mentre la scelta della destinazione mediante un modello gravitazionale, per la scelta del percorso si propone un modello di scelta deterministico. L'interazione tra domanda ed offerta è affrontata mediante l'approccio di equilibrio e risolta mediante un algoritmo che decompone il problema in sotto-problemi risolvibili con tecniche note. In particolare, ad ogni iterazione si stimano i costi del modo "bus" dai tempi auto dell'iterazione precedente, si calcolano i minimi percorsi, si stimano le utilità sistematiche e la domanda "auto", si assegna la domanda auto alla rete di trasporto privato e si verifica se la differenza tra i costi del modo "bus" verificano il test d'arresto predefinito. Gli autori non dimostrano teoricamente la convergenza dell'algoritmo, tuttavia i risultati sperimentali consentono di ritenere che l'algoritmo converga verso una soluzione unica. La considerazione nasce dal fatto che l'elasticità della domanda di trasporto non è molto suscettibile alle variazioni del tempo a bordo del veicolo e, quindi, non è scorretto pensare ad una rapida convergenza. Nel 1978 Florian e Nguyen propongono una estensione con un modello in cui la scelta della destinazione, del modo di trasporto e l'assegnazione vengono combinati tra loro, utilizzando per la scelta della destinazione modelli di distribuzione entropici. L'uso congiunto dei citati modelli con i modelli di scelta del percorso implicitamente conduce ad una formulazione del tipo Logit per i modelli di scelta modale. La formulazione del problema generale è di ottimizzazione di una funzione obiettivo convessa con vincoli lineari. I modi di trasporto sono due ma indipendenti tra loro. L'algoritmo trae spunto dall'algoritmo di Frank and Wolfe opportunamente modificato per la risoluzione del problema in esame. Sempre nel 1979 Abdulaal e LeBlanc affrontano il problema della scelta combinata del modo di trasporto e del percorso. I due autori, partendo dallo studio di precedenti lavori (vedi Florian 1977, Gartner 1977, Netter 1972, Dafermos 1972), presentano tre differenti metodi per simulare l'interazione tra la scelta del modo di trasporto e l'assegnazione. Il modello più interessante prende in considerazione due modi di trasporto (auto e bus) ed ipotizza che la scelta del percorso risponde al I principio di Wardrop, la scelta del modo di trasporto avviene con un modello di utilità aleatoria mentre tutte e due le scelte sono combinate tra loro e rispettano il I principio di Wardrop. Le funzioni di costo di arco per il modo auto sono funzioni non lineari nei flussi auto e nei flussi passeggeri, le funzioni di costo per il bus sono non lineari nei flussi auto e nei flussi passeggeri; sono previsti vincoli di capacità. La scelta modale è rappresentata da un generico modello di scelta. Alla luce delle suddette ipotesi e mediante un approccio di ottimizzazione, gli autori dimostrano che condizione necessaria e sufficiente perché esista una soluzione ai due problemi di equilibrio è che lo Jacobiano delle funzioni di costo sia simmetrico. Poiché nella pratica comune questa condizione non è realistica, si presenta una tecnica che permette di effettuare l'assegnazione senza dovere sottostare ad ipotesi troppo limitative (funzioni di costo continue e crescenti, funzione di domanda continua e decrescente). Il metodo proposto risolve un problema di equilibrio (Frank e Wolfe) in cui i flussi (i costi) sono quelli dell'iterazione precedente fino a che i flussi si stabilizzano intorno a valori costanti. Gli autori dimostrano che, se la procedura converge, i vettori dei flussi auto e passeggeri soddisfano le condizioni di equilibrio. Il metodo benché simile a Florian 1977 tiene conto dell'interazione tra i flussi dei mezzi privati ed i flussi passeggeri e, in particolare, effettua un'unica assegnazione multimodale. Fernandez et al. (1994) nell'ambito della problematica dell'assegnazione di equilibrio in presenza di modi di trasporto combinati evidenziano che la possibilità dell'utente di spostarsi combinando più modi di trasporto (individuali e collettivi) impone una realistica simulazione dei costi di trasporto e, in particolare, una realistica simulazione delle interazioni reciproche degli stessi con i modi di trasporto cosiddetti "puri" (il modo "auto" è influenzato dal modo "auto+metropolitana") e i modi di trasporto combinati. Dalle analisi condotte è emerso che il problema dell'assegnazione a domanda elastica può avere numerose interpretazioni operative (dimensioni di scelta elastiche), matematiche (formulazione matematica del problema) e risolutive (algoritmi). Dal punto di vista operativo è possibile distinguere due approcci: un approccio che si propone di inglobare tutte le dimensioni di scelta all'interno di un problema globale di equilibrio ed un approccio che mira allo studio della dimensione di scelta che più interessa ai fini operativi: la scelta modale. L'evoluzione delle politiche di gestione della domanda, l'introduzione di modi di trasporto non convenzionali e l'importanza degli impatti ambientali da traffico, richiedono strumenti raffinati che non possono prescindere dalla

La teoria precedentemente esposta si basa sulle seguenti fasi di analisi

1. Stima del livello di performance nel corridoio di riferimento
2. Stima della performance del corridoio in presenza del sistema di trasporto pubblico
3. Estrapolazione delle economie di tempo attribuibili al sistema di trasporto pubblico
4. Stima della riduzione dei costi di spostamento

Diagramma per la stima delle economie di tempo conseguibili a seguito della realizzazione di un sistema di trasporto pubblico su ferro



Stima del livello di performance nel corridoio di riferimento

L'equazione rappresenta il livello di riferimento per quantificare il ruolo del sistema di trasporto pubblico nel quadro della gestione delle infrastrutture. In assenza del sistema di trasporto pubblico il tempo di percorrenza T_1 è così stimato:

$$T_1 = T_{ff} * (1 + A(V)^\beta)$$

dove T_1 è il tempo di spostamento porta a porta
 T_{ff} è il tempo di percorrenza a rete scarica
 V è il volume di spostamento-persone in auto

A è un coefficiente scalare β e un parametro

Nell'equazione riportata si suppone che il tempo di percorso porta a porta, in assenza di un sistema di trasporto pubblico di grande capacità, possa variare in funzione del tempo di percorso, allorché la circolazione sia più o meno fluida in relazione al grado di congestione veicolare.

Stima della performance del corridoio in presenza del sistema di trasporto pubblico

La seguente equazione stabilisce una relazione funzionale tra il volume degli spostamenti-persone in auto e i tempi medi di percorrenza porta a porta in automobile nel corridoio considerato. I tempi di percorrenza porta a porta in automobile possono essere determinati grazie a una funzione che calcoli il tempo di percorso qualora la circolazione sia fluida, siano stimati i tempi necessari per lo stesso trasferimento con un sistema di trasporto metropolitano (metrotranvia o metropolitana) e il volume di spostamenti effettuati nel corridoio. Il tempo di percorrenza porta a porta è così stimato:

$$T_2 = (T_c - T_{ff}) / (1 + \ell^{-(\delta + \varepsilon V)}) + T_{ff}$$

In cui T_2 è il tempo di percorrenza porta a porta
 T_c è il tempo di percorrenza con la modalità di trasporto pubblico di grande capacità
 T_{ff} è il tempo di percorrenza in automobile (ora di morbida)
 V è il volume di spostamenti-persone in automobile nel corridoio considerato

δ, ε sono i parametri del modello

L'equazione si basa sull'ipotesi che il tempo di percorrenza porta a porta in automobile sia uguale al tempo di percorrenza in situazioni di morbida maggiorato di un ritardo che varia in funzione del tempo del sistema di trasporto in comune e del volume degli spostamenti nel corridoio.

In altri termini con un volume di traffico praticamente nullo il tempo di percorrenza è uguale al tempo di percorrenza ovvero $T_2 = T_{ff\ A}$

All'aumentare del volume di traffico il tempo di percorrenza è uguale a T_{ff} maggiorato di un ritardo attribuibile al volume più consistente del traffico veicolare in funzione del tempo di percorrenza del trasporto pubblico di grande capacità. Questo significa che il sistema di trasporto pubblico (di grande capacità) riduce il ritardo degli automobilisti poiché sono sempre più coloro che lasciano il veicolo per utilizzare l'infrastruttura pubblica.

L'equazione sopra riportata può δ, ε

essere trasformata in funzione lineare ancor prima del momento in cui risultino stimabili i parametri

$U = \delta + \varepsilon V_1$ poiché si può utilizzare la seguente formula

$$U = \log n[(T_c - T_{ff}) / (T - T_{ff}) - 1] \quad \text{nella quale}$$

i parametri non devono essere stimati ogni anno poiché sono caratteristici del corridoio di analisi e si possono mantenere costanti poiché sono relativamente stabili negli anni. Conseguentemente deve essere inserito il volume V relativo alla domanda di trasporto con mezzo privato sull'asse.

Il modello dimostra che in assenza di un sistema di trasporto pubblico di grande capacità e di un grado elevato di convergenza tra i tempi di spostamento con le due modalità (pubblico e privato), il volume degli spostamenti (la quantificazione della domanda di mobilità¹⁰) è molto importante poiché determina l'allungamento dei tempi di trasferimento. La relazione tra i tempi di percorrenza e il volume degli spostamenti può essere rappresentata con una curva convessa (più il volume aumenta, più i tempi di percorrenza si allungano).

¹⁰ Le variabili esplicative della domanda di mobilità (in ambito metropolitano) possono essere così sintetizzate:

- tariffe (del trasporto pubblico) e costi (per il trasporto su mezzo privato)
- tempi di percorrenza (nelle loro componenti di tempo terminale, di attesa, di trasferimento)
- livello di comfort reale e psicologico
- affidabilità (per i trasporti pubblici, ritardi e scioperi, per il trasporto privato, guasti e incidenti)
- reddito e capacità di spesa del potenziale viaggiatore
- disponibilità di tempo del potenziale viaggiatore
- rapporti di complementarietà e succedaneità (accessibilità della destinazione)

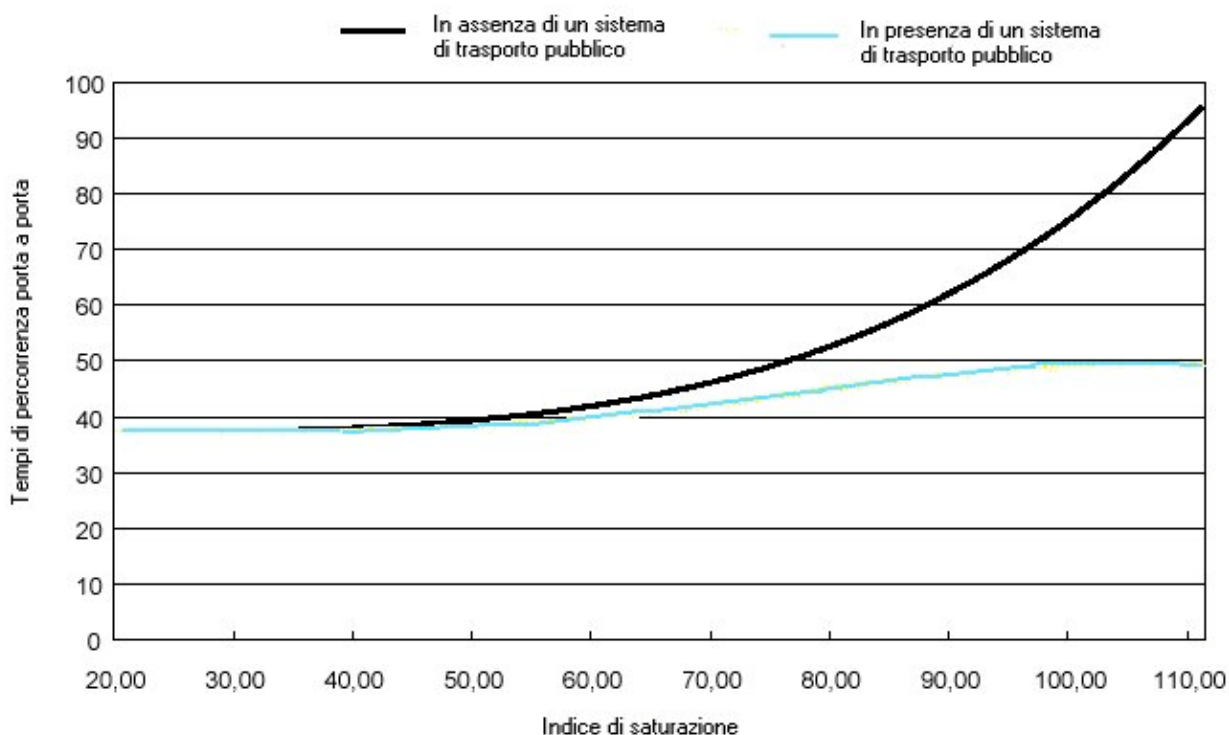
Per una trattazione esaustiva sulla domanda di mobilità si veda Musso, 1999, op.cit., cap.3

Riduzione dei tempi di percorrenza sull'intera rete

Analogamente possono essere stimate le economie di tempo riconducibili all'inserimento di un sistema di trasporto pubblico di grande capacità a beneficio dell'intera rete infrastrutturale. La metodologia proposta si basa sull'assunzione delle relazioni esistenti tra i tempi di percorrenza e il volume degli spostamenti e considera le seguenti variabili; i tempi di percorrenza porta a porta con autoveicolo privato, i tempi di percorrenza porta a porta con il sistema di trasporto pubblico e i dati (relativi agli ultimi anni) sul volume degli spostamenti. I coefficienti del modello possono essere stimati attraverso una regressione non lineare. Le economie di tempo corrispondono al delta verticale tra la curva "in presenza di trasporto pubblico" e quella relativa "all'assenza del sistema di trasporto pubblico". Un volume di spostamento costante, lo scarto tra le due curve, determina il risparmio temporale (in numero di ore) generato dal sistema di trasporto pubblico.

I vantaggi globali sono pari alla somma dei vantaggi per gli utenti del sistema di trasporto pubblico più i vantaggi per gli automobilisti che utilizzeranno un'infrastruttura con tracciato analogo a quello del sistema di trasporto pubblico (o adiacente se in superficie) più i vantaggi per gli altri utenti della rete desumibili moltiplicando il volume delle auto in circolazione su segmenti paralleli alla

Tempi di percorrenza in presenza di un sistema di trasporto pubblico e in sua assenza



realizzazione del sistema di trasporto pubblico (e beneficiati quindi dalla riduzione temporale sul corridoio interessato dal potenziamento infrastrutturale) per una percentuale delle economie di tempo stimate.

Facendo riferimento all'esito delle analisi costi/benefici compiute all'interno di tre studi svolti dal Gruppo CLAS per le città di Milano, Torino e Parma (studi riportati nella Tabella 1) si può evidenziare come in essi l'analisi economica fondi i propri risultati largamente sui risparmi di tempo di viaggio, anche se in misura diversa nelle tre città. I risparmi di tempo rappresentano infatti l'88% dei benefici complessivi attualizzati nel caso di Milano, il 67% nel caso di Torino e il 35% nel caso di Parma. Emerge da questi dati dunque la rilevanza della voce risparmi di tempo di viaggio nella determinazione del VAN economico di un progetto e la contestuale necessità di uno sforzo per la corretta valutazione dei risparmi di tempo¹¹.

Sviluppo economico: la modificazione dei valori immobiliari

Secondo i più recenti studi condotti il potenziamento del sistema di trasporto pubblico ha, sul piano sociale ed economico, alcune ripercussioni favorevoli per la rivitalizzazione delle aree interessate dai progetti, così riassumibili:

- la domanda di spostamento a piedi e in bicicletta aumenta e queste modalità di trasporto a nullo impatto ambientale vanno via via rafforzandosi,
- questa tendenza è accompagnata da una diminuzione degli spostamenti con mezzi motorizzati,
- diventa meno necessario il possesso dell'autoveicolo e la dipendenza verso questa modalità di trasporto si riduce,
- la domanda di spazi commerciali aumenta e questa contribuisce all'innalzamento dei valori degli immobili,
- il valore delle proprietà ad uso residenziale aumenta poiché gli investimenti sul sistema di trasporto pubblico hanno un impatto favorevole sul piano urbanistico-ambientale.

Alcuni studi di casi realizzati recentemente evidenziano l'impatto del sistema di trasporto pubblico sui valori delle proprietà immobiliare di tipo residenziale. Si tratta prevalentemente di esempi riferibili alla strutturazione di servizi su ferro, ma le conclusioni possono applicarsi ai sistemi di linea protetta ancorché effettuata con servizio di autobus che garantisca una tipologia di servizio comparabile in termini di accessibilità, comfort, velocità e sicurezza a quella offerta dalle linee tranviarie o metropolitane.

¹¹ Per maggiori dettagli si veda Senn L., Ravasio M. (2001), op.cit.

Costi del sistema di trasporto pubblico

I costi relativi al progetto devono essere il più possibile dettagliati al fine di accrescere l'esattezza dei calcoli e la trasparenza per la valutazione di finanziamento.

Per i grandi progetti dovrebbero essere riportate le seguenti voci:

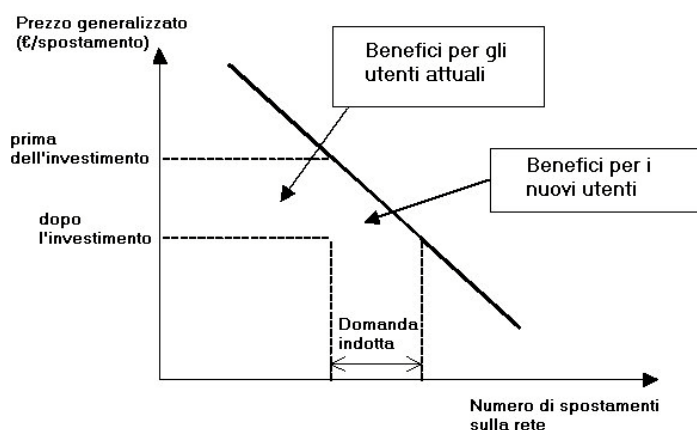
1. costi di realizzazione dell'infrastruttura: devono essere calcolati tutti gli elementi riconducibili alle opere civili associate all'acquisizione delle aree, costruzione della traccia di progetto, opere murarie, tunnel, drenaggio delle acque, livellamento del terreno, piattaforme, costi di rivestimento murario, percorsi di accesso, opere per la sicurezza e l'illuminazione e soluzioni di minimizzazione degli impatti ambientali;
2. costi di realizzazione delle stazioni o delle fermate: devono essere calcolati tutti i costi relativi alle modalità di preparazione del terreno, i bacini di ritenuta per le acque pluviali, le modalità di accesso, ivi compresi gli spazi adibiti a parcheggio di interscambio, le scale, le banchine di attesa, gli ascensori, gli spazi accessori;
3. modalità di esercizio: ovvero i costi associati alla modalità di trazione, alle modalità di segnalamento, trasmissione dati e sistemi per l'erogazione e il controllo dei biglietti;
4. condizioni particolari, ovvero tutti i costi che non rientrano nei punti 1 e 2: ad esempio la modificazione dei percorsi di adduzione alla stazione, la segnalazione luminosa, i dispositivi di controllo del traffico, ecc.;
5. impresa
6. costi di centralizzazione
7. veicoli: devono essere riportati tutti i costi relativi al dimensionamento del parco veicolare stimato per la messa in esercizio dell'infrastruttura più quelli relativi ad alcuni veicoli sostitutivi,
8. costi accessori: assicurazioni, gestione della costruzione, gestione del progetto e altre attività che non rientrano nel punto 1,
9. costi imputabili ai ritardi nella costruzione,
10. altri costi supplementari.

Valutazione dei progetti di investimento per le infrastrutture viarie

La metodologia proposta per la valutazione e comparazione degli investimenti relativi al potenziamento delle infrastrutture stradali (riqualificazioni o nuove realizzazioni) si basa essenzialmente su due aspetti:

- costi per l'automobilista e per la società: gli investimenti nelle reti stradali sono valutati sia in relazione allo scenario di riferimento (stato di fatto) sia in relazione alle ipotesi di intervento. Sono considerati i tempi di percorrenza, i costi degli incidenti, i costi di utilizzazione dei veicoli e i costi dovuti alle emissioni inquinanti;
- domanda indotta: il modello deve considerare esplicitamente sia la domanda indotta dal potenziamento della rete sia la variazione del volume di traffico dovuta alla diversione modale.

Metodologia per la valutazione degli investimenti nelle infrastrutture stradali



La stima dei costi di investimento relativa ai progetti per infrastrutture di viabilità si basa sulla durata della vita economica degli stessi e comprende i seguenti costi:

- costi relativi alle imprese,
- costi di costruzione,
- costi di gestione,
- altri costi associati alla gestione e alla riqualificazione delle infrastrutture adiacenti,
- altri costi (opere civili, spese per la minimizzazione dell'impatto ambientale, ecc.).

Vantaggi netti, saggio di rendimento e sostenibilità finanziaria

Il progetto deve essere valutato in funzione del suo valore attualizzato netto, stimato come segue: l'insieme dei benefici economici concretizzati nel corso di una annualità meno il totale dei costi

annuali. Il valore attuale netto di un progetto è definito come la differenza tra i valori attuali degli afflussi e dei deflussi futuri. Ciò significa che tutti i movimenti di cassa annuali dovrebbero essere attualizzati alla data di inizio del progetto ad un tasso di sconto prestabilito¹².

La previsione sull'andamento futuro del progetto dovrebbe essere formulata in riferimento alla sua vita utile e per un arco di tempo sufficientemente lungo per poter apprezzare il suo probabile impatto nel medio-lungo periodo.

Per la maggior parte delle infrastrutture di trasporto, questo orizzonte temporale è (indicativamente) non inferiore ai 25 anni; tuttavia, l'orizzonte temporale non dovrebbe essere così lungo da eccedere la vita economica utile del progetto.

I dati sul progetto devono contenere informazioni circa gli *input* e gli *output* fisici su base annuale e sulle entrate ed uscite finanziarie.

L'esaminatore dovrebbe controllare che esista una analisi finanziaria coerente. Quest'ultima deve quindi contenere una previsione del saggio di rendimento interno (S.I.R.) del progetto oppure del suo valore attuale netto (V.A.N.). È importante che detti calcoli siano corredati da un insieme completo di proiezioni finanziarie (conto profitti e perdite, bilancio, movimento di cassa).

Inoltre, ogni singolo bene deve avere il suo prezzo. Il metodo migliore è di considerare i prezzi correnti e di prevederne i differenti andamenti futuri. È anche possibile basarsi sulle previsioni a prezzi costanti, a patto che si tengano presenti eventuali variazioni nei prezzi relativi.

Il piano finanziario dovrebbe dimostrare che il progetto non rischia di rimanere a corto di fondi liquidi; la cadenza delle entrate e delle uscite di fondi può essere cruciale nella realizzazione del progetto. I proponenti dovrebbero mostrare come, nell'orizzonte temporale del progetto, le fonti di finanziamento (comprendenti le entrate e qualsiasi altro trasferimento in denaro) corrispondano adeguatamente ai pagamenti anno per anno. Esiste ampia evidenza come spesso i proponenti sottovalutino questa analisi fondamentale.

Infine, il proponente dovrebbe indicare le migliori stime del saggio finanziario di rendimento interno (SIRf) del progetto o il suo valore attuale netto finanziario (VANf).

Un saggio di rendimento finanziario molto basso o addirittura negativo non significa necessariamente che il progetto non sia conforme agli obiettivi dello studio di fattibilità preliminare poiché l'analisi costi-benefici può infatti dare una valutazione socioeconomica positiva.

Le analisi per la sostenibilità finanziaria servono per verificare la solvibilità del progetto, cioè a controllare che il flusso monetario previsto in entrata sia in grado, nell'ammontare e nella distribuzione nel tempo, di coprire i flussi monetari in uscita. In particolare la cadenza delle entrate e delle uscite di fondi può essere cruciale nella realizzazione del progetto. La sostenibilità finanziaria è verificata se la colonna del flusso netto della cassa generata cumulata è maggiore o

¹² Solitamente il tasso di interesse al quale si prevede di accendere il mutuo alla Cassa Depositi e Prestiti viene impiegato anche come tasso di sconto per il calcolo del valore attuale netto (VAN) e come limite minimo del saggio di riferimento interno (SIR).

uguale a zero per tutti gli anni considerati. Ciò significa che, ad esempio, è possibile avere un saldo negativo per un anno se negli anni precedenti è stato accumulato un saldo di cassa sufficientemente positivo da coprire il negativo. Nel caso in cui, anche solo in un anno, il flusso della cassa generata cumulata sia negativo, dovrebbe essere rivista sia la struttura sia l'ammontare dei flussi finanziari, oppure il progetto dovrebbe essere rifiutato poiché finanziariamente non fattibile.

Per il calcolo del rendimento finanziario deve essere effettuato il calcolo di alcuni indicatori sintetici di performance, tipicamente il Valore Attuale Netto finanziario (VAN) e il Saggio di Rendimento Interno finanziario (SIR). Il rendimento finanziario può essere calcolato da due punti di vista: per il progetto e per il capitale. Nel primo caso, deve essere considerata la capacità del flusso di entrate generate dal progetto ed atte a coprire il valore dell'investimento, indipendentemente dal modo in cui si finanzia (si ignorano cioè le fonti di finanziamento). Nel secondo caso, si considera come le entrate derivate dalla realizzazione del progetto possano garantire un rendimento finanziario rispetto alle fonti utilizzate per il finanziamento dell'investimento (si ignorano quindi gli investimenti totali tranne che per il valore residuo). In questo secondo caso il rendimento finanziario calcolato rappresenta la redditività della struttura finanziaria scelta. In entrata saranno riportati i flussi delle entrate generate dal progetto (ricavi di esercizio), mentre in uscita, i costi operativi e le imposte, gli oneri sociali, e gli investimenti totali. Il saldo netto di cassa va scontato per un opportuno tasso di sconto (almeno pari o superiore al costo dei finanziamenti e al costo opportunità del denaro) per ottenere il Valore Attuale Netto. Il VAN del progetto è quindi un valore monetario espresso in Euro e rappresenta la redditività del progetto.

Il SIR del progetto è il valore del tasso di sconto utilizzando il quale si riduce a zero il valore della sommatoria algebrica dei flussi di cassa netti presenti. E' espresso in valore percentuale e nei progetti d'investimento delle imprese è confrontato con il costo dei finanziamenti previsti. Per un progetto pubblico è auspicabile che il riscontro avvenga ad un eventuale tasso soglia minimo definito in precedenza. Nel caso in cui il SIR sia inferiore a questo, il progetto dovrebbe essere scartato perché finanziariamente non fattibile. In generale per i progetti finanziati con fondi pubblici non ci si aspetta un saggio di rendimento del progetto eccessivamente elevato. Al contrario, possono essere giustificati anche finanziamenti a progetti con SIR del progetto negativi, se dimostrano di apportare benefici economici alla società. Per SIR positivi infatti è auspicabile orientarsi verso gli strumenti della finanza innovativa di progetto (*project financing*). Se il valore del SIR è significativamente competitivo rispetto ai parametri del mercato finanziario, allora non è pienamente giustificato l'intervento pubblico e un finanziamento ottenuto interamente con capitali privati sarebbe più opportuno. Il valore del VAN dirà agli investitori quanto renderà quell'investimento rispetto a quanto si sarebbe potuto ottenere investendo il capitale in modo alternativo.

Affinché l'analisi finanziaria sia condotta in modo coerente ed efficace è opportuno verificare:

1. che siano state correttamente interpretate le ipotesi formulate nello studio di fattibilità tecnica e nell'analisi della domanda¹³;
2. che siano stati correttamente previsti i tempi di pagamento e riscossione;
3. che sia stato opportunamente scelto un tasso di sconto per il calcolo del VAN;
4. che siano stati preventivamente definiti dei valori *benchmark* per gli indicatori di performance in modo da permettere un giudizio univoco sull'accettabilità del progetto;
5. che siano state rispettate le fasi e la logica complessiva dell'analisi finanziaria .

L'analisi finanziaria utilizza prezzi di mercato per i valori dei flussi di cassa registrati. L'analisi economica, al contrario, utilizza prezzi di conto, che rispecchiano l'effettiva scarsità relativa del bene o servizio valutato e corregge le inefficienze prodotte dai mercati imperfetti. L'analisi finanziaria è propedeutica all'analisi economica. In quest'ultima si osservano gli investimenti totali e i costi e ricavi di gestione; le fonti di finanziamento non si considerano in quanto l'analisi economica analizza il rendimento economico delle risorse reali impiegate nel progetto, prescindendo da considerazioni sulla struttura finanziaria utilizzata per coprire i costi dell'investimento.

La verifica condotta con l'analisi economica è di convenienza, non di sostenibilità o di fattibilità finanziaria.

La convenienza economica è misurata dagli indicatori di performance ad essa riferiti, Valore Attuale Netto economico (VANE) e Saggio Interno di Rendimento economico (SIRe), calcolati sui flussi di cassa a prezzi di conto. Il punto di vista non è quindi quello dell'investitore, ma della collettività.

Il tentativo di superare i limiti connessi alla dipendenza del VAN dalle dimensioni del progetto ha portato all'introduzione di un ulteriore indice di convenienza economico-finanziaria chiamato rapporto benefici/costi. E' un criterio di valutazione spesso utilizzato in combinazione al VAN e in grado di fornire una misura della profittabilità del capitale investito basata anziché sulle differenze tra flussi positivi e negativi, sul loro rapporto.

¹³ L'analisi della domanda è di fondamentale importanza per:

- l'analisi finanziaria: per la determinazione della domanda solvibile, dunque dei rientri ritenuti possibili, in modo da formulare ipotesi fondate sulla capacità di autofinanziamento del progetto o sull'entità dell'eventuale squilibrio di bilancio;
- l'analisi economica: per la determinazione della convenienza dell'intervento per la collettività, e dunque per la giustificazione della prevista allocazione di risorse pubbliche (e private);
- l'analisi di rischio e di sensibilità: per la verifica della robustezza del progetto e della sua reattività rispetto al mutamento di ipotesi e parametri relativi alla consistenza quantitativa e qualitativa della domanda.

Analisi economica

L'analisi economica è la parte preponderante dell'analisi costi-benefici. Il procedimento è esattamente quello dell'analisi finanziaria ma vengono operate opportune correzioni per quanto attiene gli aspetti fiscali, gli effetti esterni e i prezzi di mercato.

La prima correzione comporterà l'eliminazione dei trasferimenti fiscali effettuati durante l'investimento poiché imposte e sussidi non vengono solitamente riportati nelle tabelle relative al calcolo del rendimento economico. Infatti, mentre dal punto di vista dell'investitore (cioè nell'analisi finanziaria) le imposte dirette rappresentano un'uscita per l'intera società, in un'analisi economica finalizzata alla valutazione dei costi-benefici del progetto queste sono semplicemente un trasferimento da un gruppo sociale ad un altro. Lo stesso vale per i sussidi e per tutti i trasferimenti che distorcono i prezzi relativi.

Ulteriori elementi verranno considerati per il calcolo del valore delle esternalità e di cui si è già trattato precedentemente. Il valore dell'inquinamento, o del tempo risparmiato, sono effetti economici per i quali non esistono mercati, pur rappresentando dei costi e dei benefici sociali. Per il calcolo della convenienza economica occorre dunque attribuire un valore monetario a queste voci. Lo studio di fattibilità tecnica fornisce le quantificazioni fisiche dei valori delle esternalità e la loro distribuzione nel ciclo di vita del progetto (si veda la Tabella 2 precedentemente riportata "Stima delle variabili utilizzate per il calcolo dei benefici relativi agli investimenti nel sistema di trasporto pubblico").

Per tutte le restanti voci registrate ai prezzi di mercato occorre definire dei fattori di conversione (numeri puri che andranno moltiplicati per i prezzi di mercato) che riflettano la correzione delle distorsioni di mercato. Le ipotesi sulla natura dei mercati degli input e output dell'investimento sono contenute nello studio di fattibilità tecnica (ad esempio, nello studio di fattibilità sarà specificato se i terreni sono stati ottenuti con espropri, dunque, tipicamente, a prezzi inferiori dell'effettivo costo-opportunità del bene 'terra'). Per ciascun input e output occorre formulare alcune ipotesi sul grado di distorsione del mercato, sulle cause della distorsione e sul calcolo del relativo fattore di conversione per l'eliminazione della stessa.

Ciò porterà alla definizione di un vettore di fattori di conversione i cui componenti saranno:

- pari a uno quando il mercato non è distorto;
- inferiore a uno quando il prezzo di mercato è superiore a quello di conto;
- maggiore di uno quando il prezzo di mercato è inferiore al prezzo di conto.

Il vettore sarà introdotto nel calcolo per il rendimento economico (SIR) a partire dal primo anno di vita del ciclo del progetto. La verifica della convenienza economica avviene tramite il calcolo del VANe e del SIRE. Anche in questo caso occorre prevedere dei valori benchmark per l'accettazione o il rifiuto del progetto. In ogni caso se il valore del SIRE è inferiore di quello del SIRf vuol dire che i benefici economico-sociali sono inferiori a quelli finanziario-monetari e che dunque non è

giustificato il sostegno pubblico al progetto in esame. In generale, invece, il SIRe dovrebbe avere valori molto al di sopra del rendimento finanziario, il che significa che il progetto genera elevate esternalità positive e per questo è auspicabile l'intervento pubblico a suo sostegno.

Per quanto riguarda il calcolo del rendimento è importante prevedere un'analisi dalla due diverse prospettive:

- rendimento del capitale dal punto di vista del soggetto che sostiene i costi di investimento: con questa analisi si verifica se i ricavi coprono i costi di investimento, dovranno quindi essere considerate le risorse proprie investite e l'eventuale canone di concessione;
- per il soggetto gestore è invece importante se i ricavi netti coprono i costi operativi per cui si escludono dal conto i costi di investimento.

Per tutta una serie di progetti che prevedono:

- fruizioni gratuite (ad esempio le infrastrutture stradali che non prevedono pedaggi o i ponti)
- possibili utilizzi a prezzi "politici" (tipicamente il sistema dei trasporti pubblici urbani)

il SIR è solitamente negativo.

In questi casi il SIR finanziario ha un valore indicativo e di confronto con le altre ipotesi progettuali, a meno che esso non presenti un valore talmente positivo da rilevarsi un investimento allettante anche per il capitale privato ed è dunque lecito riconsiderare la natura delle fonti di investimento coinvolgendo i privati nell'intervento.

Analisi di rischio

L'analisi di rischio è lo studio relativo:

- alle probabilità che il progetto ottenga un soddisfacente saggio di rendimento (SIR),
- alla variabilità rispetto alla migliore stima del saggio di rendimento.

Questo metodo permette al pianificatore e ai decisori di scegliere il grado di rischio più attendibile. Più le previsioni saranno a lungo termine più l'incertezza è elevata e lo scarto tra i risultati ottenuti sarà pronunciato. Conviene quindi stabilire le previsioni determinando i valori massimi e minimi per tener conto dei possibili assetti che avrà che il contesto economico, demografico e tecnologico. In generale le previsioni sono riconducibili a due scenari in antitesi tra loro nei quali prevarranno visioni ottimistiche o pessimistiche dei contesti analizzati.

Questa metodologia si rivela però assai riduttiva poiché presume che l'andamento degli indicatori per i due scenari (ottimista o pessimista) oscilli verso le ipotesi assunte in base alle diverse previsioni; questo può essere evitato ricorrendo ad un'analisi di sensibilità. In ogni caso l'analisi di rischio permette di rimediare alle possibili lacune di previsione scenariale misurando la probabilità

che la previsione si concretizzi. A questo scopo si predispone una forbice di valori (distribuzione di probabilità) relativa alle previsioni per ogni variabile considerata.

Lo schema di applicazione dell'analisi di rischio al progetto si concretizza nelle seguenti fasi:

1. adattamento della valutazione delle fasi di realizzazione e del processo al modello di analisi di rischio
2. attribuzione dei valori alle singole variabili e stima dei valori massimi e minimi per ognuna di esse (distribuzione di probabilità)
3. revisione della stima prodotta e ricerca del consenso
4. analisi di rischio

Tutta l'analisi di rischio dovrebbe essere accompagnata da un diagramma che illustri le varie fasi di realizzazione del progetto e sulla base di questo schema devono essere effettuate tutte le riunioni con i decisori: in questo modo si consente la partecipazione attiva anche a soggetti che non sono particolarmente interessati all'analisi statistica relativa al valore assunto dalle variabili considerate. Solo in questo modo potrà essere utile la ricerca del consenso: dovrà essere valutato da tutti gli attori politici o economici l'insieme delle variabili considerate: in questa fase inoltre potranno essere incluse tutte le variabili che non sono inizialmente state considerate. Il diagramma così concepito dovrebbe essere esattamente il riflesso della partecipazione collettiva alla stima delle ipotesi progettuali.

La strutturazione dell'analisi costi-benefici per la finanziabilità delle infrastrutture di trasporto¹⁴

In linea generale si può affermare che un'analisi costi-benefici atta a definire l'eventuale contributo finanziario dovrebbe includere i seguenti punti:

1. Identificazione del progetto
2. Definizione degli obiettivi
3. Fattibilità e analisi delle alternative
4. Analisi finanziaria
5. Costi socio-economici
6. Benefici socio-economici
7. Attualizzazione
8. Saggio economico di rendimento
9. Altri criteri di valutazione
10. Analisi di sensibilità e di rischio.

1. Identificazione del progetto: il progetto deve costituire un'unità d'analisi chiaramente identificata. Secondo i criteri dell'analisi costi-benefici, una parte di un progetto più grande non costituisce un oggetto sufficientemente definito ai fini dell'analisi. Anche un insieme di progetti più piccoli, indipendenti e non interconnessi fra di loro non è un progetto.

2. Definizione degli obiettivi: l'istanza di finanziamento (o cofinanziamento) dovrebbe indicare quali sono gli obiettivi fondamentali del progetto. Gli obiettivi dovrebbero essere indicatori trasportistici o variabili socioeconomiche. Essi dovrebbero essere collegati in maniera logica al progetto e dovrebbe essere indicato come se ne misura il raggiungimento.

3. Fattibilità e analisi delle alternative

Il proponente dovrebbe dimostrare che quella prescelta è l'alternativa migliore tra i progetti realizzabili e che la particolare opzione per cui si richiede il contributo economico è realizzabile. Ciò dovrebbe essere documentato da studi di supporto dettagliati (per esempio di ingegneria, marketing, gestione, analisi dell'attuazione, valutazioni di impatto ambientale, ecc.). Il proponente deve dimostrare con sufficiente evidenza la fattibilità del progetto attraverso la redazione di un

¹⁴ Alcune indicazioni presenti in questo capitolo sono tratte da European Commission DG VII - EURET (1995) op.cit.

rapporto di fattibilità e di studi di supporto. Un tipico rapporto di fattibilità per grandi infrastrutture può contenere informazioni sul contesto economico ed istituzionale, le previsioni della domanda (di mercato o fuori mercato), sulla tecnologia disponibile, il tasso di utilizzazione dell'infrastruttura, le necessità di personale, le dimensioni del progetto, la sua localizzazione, i fattori produttivi fisici, il programma temporale e la realizzazione, le fasi di espansione, la programmazione finanziaria, gli aspetti ambientali.

Inoltre, il proponente dovrebbe dimostrare che sono state adeguatamente considerate anche altre opzioni alternative. In alcuni casi infatti un progetto può risultare positivo per un'analisi costi-benefici, tuttavia può risultare socialmente inferiore ad altre alternative. Ne sono un tipico esempio i progetti in materia di trasporto, in cui possono essere considerati differenti percorsi o differenti tecnologie.

3. Analisi finanziaria

La previsione sull'andamento futuro del progetto dovrebbe essere formulata in riferimento alla sua vita utile e per un arco di tempo sufficientemente lungo per poter apprezzare il suo probabile impatto nel medio-lungo periodo.

Per la maggior parte delle infrastrutture, questo orizzonte temporale è (indicativamente) non inferiore ai 25 anni; tuttavia, l'orizzonte temporale non dovrebbe essere così lungo da eccedere la vita economica utile del progetto.

I dati sul progetto devono contenere informazioni circa gli *input* e gli *output* fisici su base annuale e sulle entrate ed uscite finanziarie.

L'esaminatore dovrebbe controllare che esista una analisi finanziaria coerente. Quest'ultima deve quindi contenere una previsione del saggio di rendimento interno (SIR) del progetto oppure del suo valore attuale netto (VAN). È importante che detti calcoli siano corredati da un insieme completo di proiezioni finanziarie (conto profitti e perdite, bilancio, movimento di cassa).

Inoltre, ogni singolo bene deve avere il suo prezzo. Il metodo migliore è di considerare i prezzi correnti e di prevederne i differenti andamenti futuri. È anche possibile basarsi sulle previsioni a prezzi costanti, a patto che si tengano presenti eventuali variazioni nei prezzi relativi.

Il piano finanziario dovrebbe dimostrare che il progetto non rischia di rimanere a corto di fondi liquidi; la cadenza delle entrate e delle uscite di fondi può essere cruciale nella realizzazione del progetto. I proponenti dovrebbero mostrare come, nell'orizzonte temporale del progetto, le fonti di finanziamento (comprendenti le entrate e qualsiasi altro trasferimento in denaro) corrispondano adeguatamente ai pagamenti anno per anno. Esiste ampia evidenza che troppo spesso i proponenti sottovalutano questa analisi fondamentale.

Infine, il proponente dovrebbe indicare le migliori stime del saggio finanziario di rendimento interno (SIRf) del progetto o il suo valore attuale netto finanziario (VANf).

Il valore attuale netto di un progetto è definito come la differenza tra i valori attuali degli afflussi e dei deflussi futuri. Ciò significa che tutti i movimenti di cassa annuali dovrebbero essere attualizzati alla data di inizio del progetto ad un tasso di sconto prestabilito.

5. Costi socio-economici

L'esaminatore del progetto dovrebbe controllare se il proponente ha preso in considerazione i costi sociali del progetto che potrebbero aggiungersi ai costi finanziari. ciò potrebbe accadere quando:

- i prezzi osservati sono distorti da regimi di monopolio, restrizioni commerciali, ecc.
- i salari non sono collegati alla produttività del lavoro
- imposte e sovvenzioni influiscono sulla struttura dei prezzi vi sono esternalità
- esistono effetti non monetari, compresi quelli sull'ambiente.

Nei costi socio-economici devono essere inclusi sia ai costi esterni sia gli impatti sull'ambiente: per i primi qualsiasi costo sociale prodotto dal progetto che, senza compensazione, si propaga ad altri campi dovrebbe essere aggiunto ai costi finanziari nella analisi costi-benefici.

Esempi:

- perdita di produzione agricola a causa di differenti usi dei terreni;
- costi netti aggiuntivi imposti dalle autorità locali per collegare le infrastrutture di trasporto in progetto con quelle esistenti.

Chi valuta lo studio di analisi costi-benefici dovrebbe sincerarsi che queste tipologie di costo siano state identificate, quantificate e siano state valutate in base ad un valore monetario realistico.

Per infrastrutture di una certa rilevanza devono essere prodotte informazioni generali sulla compatibilità ambientale del progetto con riguardo al paesaggio, all'ambiente naturale, al suolo, all'acqua e all'aria, ai rifiuti, ai rischi di erosione e di instabilità dei suoli.

Nel contesto della valutazione dei grandi progetti, l'impatto ambientale dovrebbe essere descritto e valutato, possibilmente ricorrendo a metodologie quantitative-qualitative. A tal fine è spesso utile l'analisi multicriteriale.

Una discussione sulla valutazione dell'impatto ambientale esula dagli obiettivi del lavoro, ma l'analisi costi-benefici e l'analisi dell'impatto ambientale presentano molte analogie e collegamenti. Esse dovrebbero essere svolte in parallelo e – quando possibile – dovrebbero essere fra loro integrate; ciò implica l'attribuzione di valori convenzionali di conto ai costi ambientali (ad esempio: i costi ambientali di un'autostrada possono essere approssimati dalla perdita potenziale di valore delle proprietà circostanti, causata dall'aumento dell'inquinamento acustico e delle emissioni di gas nocivi, dal degrado del paesaggio).

6. Benefici socio-economici

Se il valore di opzione non è disponibile, spese passate o i benefici sociali dovrebbero essere presentati dal proponente del progetto in forma misurabile.

L'esaminatore ha il compito di verificare i punti che seguono espressi in termini monetari: se ciò è difficile o impossibile, dovrebbe essere data almeno una quantificazione adeguata in termini fisici, permettendo una valutazione qualitativa di detti benefici.

Benefici sociali derivanti da maggiore occupazione

Nel quadro dell'analisi costi-benefici, l'occupazione aggiuntiva è, in prima istanza, un costo sociale. Infatti l'impiego di risorse di lavoro nel progetto le sottrae ad altri potenziali impieghi sociali alternativi. Il beneficio pertinente è il maggior reddito dovuto alla creazione di posti di lavoro ed è questo che va considerato per la valutazione del risultato netto diretto ed indiretto del progetto.

È importante comprendere che vi possono essere due differenti modalità, mutuamente esclusive, per stimare il beneficio dell'occupazione addizionale:

- come già notato, si può utilizzare un salario di conto inferiore a quello effettivamente pagato dal progetto. Questo è un modo per tenere conto del fatto che, in presenza di disoccupazione, i salari correnti sono superiori al costo opportunità del lavoro. Riducendo il costo del lavoro, questa procedura di calcolo fa aumentare il valore attuale netto sociale del reddito del progetto o il suo saggio di rendimento economico rispetto ai rispettivi valori privati;

- alternativamente, si può provare a stimare il moltiplicatore di reddito del prodotto, ed il reddito sociale del progetto sarà di nuovo superiore al reddito privato a causa di questo effetto esterno positivo.

Entrambi i metodi, sia che si tratti di sottrarre una frazione dei costi del lavoro oppure di aggiungere una quota di reddito, presentano difetti e limiti, ma in condizioni adeguate sono equivalenti. In ogni caso:

- non possono essere utilizzati contemporaneamente (doppio conteggio!)
- se un grande progetto presenta già un soddisfacente saggio di rendimento interno senza che siano state effettuate le correzioni per tenere conto del beneficio dell'occupazione, non è necessario effettuare tali calcoli nel dettaglio.

Ad ogni modo, è importante considerare che in alcuni casi l'impatto occupazionale di un progetto può richiedere una attenta considerazione, poiché:

- talvolta è importante stimare le perdite occupazionali in altri settori consequenziali alla realizzazione del progetto in esame: i benefici occupazionali valutati meramente al lordo potrebbero sovrastimare l'impatto netto;

- talvolta si afferma che il progetto consente di mantenere posti di lavoro che altrimenti sarebbero persi; ciò può accadere soprattutto nei casi di ristrutturazione di linee di trasporto esistenti.

Benefici esterni

I progetti infrastrutturali, possono produrre benefici in favore di soggetti diversi dai destinatari diretti del reddito sociale generato dal progetto. È utile verificare se e in che modo questi aspetti siano stati considerati. Esempi:

- vantaggi in termini di riduzione dei rischi di incidenti in aree congestionate;
- risparmi in termini di tempi di trasporto in una rete di collegamenti.

Questi benefici possono interessare non solo i destinatari diretti del prodotto ma anche terze parti non contemplate. In questo caso, anche tali effetti devono essere presi in considerazione nella valutazione. Di seguito sono riportati alcuni altri esempi di esternalità positive o ripercussioni benefiche (*spill-over*) a favore di altri consumatori:

- la costruzione di una nuova tratta ferroviaria può ridurre la congestione su un'autostrada;
- l'istituzione di un servizio di trasporto pubblico capillare può generare impatti positivi sulla rivalutazione del patrimonio immobiliare.

Gli effetti esterni positivi vanno definiti, se possibile, in termini monetari. In caso contrario, dovrebbero essere quantificati con indicatori non monetari. Ovviamente, lo stesso ragionamento si applica agli effetti esterni negativi, che è meglio considerare come costi socioeconomici.

7. Attualizzazione

Per l'analisi costi-benefici, è importante considerare il valore economico reale delle risorse utilizzate per il finanziamento del progetto. Comunque, l'esplicitazione del tasso di sconto sociale è necessaria solo per il calcolo del valore attuale netto del progetto, mentre non lo è per il calcolo del saggio di rendimento interno.

8. Saggio economico di rendimento

Dopo la correzione delle distorsioni di prezzo e degli effetti esterni, si passa al calcolo del saggio di rendimento economico (SIR_e). In modo equivalente si può calcolare il valore attuale netto economico (VAN_e). In linea di principio qualsiasi progetto che mostra un SIR_e minore del 5% o un VAN_e negativo dopo l'attualizzazione al tasso di sconto di riferimento del 5%, andrebbe ridefinito attentamente o addirittura respinto.

Pertanto, in alcuni casi eccezionali anche un valore sociale attuale netto negativo può essere accettabile se vi sono significativi benefici non monetari: ma questi devono essere presentati e valutati con molta attenzione.

In ogni caso, la valutazione dovrebbe indicare in modo convincente, strutturando dati adeguati, che i benefici sociali superano i costi.

Il *primo* criterio è facilmente verificabile osservando il saggio di rendimento interno o il valore attuale netto del progetto; se, sulla base di ipotesi ragionevoli, il VANe è positivo o il SIRE è maggiore del 5%, con molta probabilità la realizzazione del progetto innalzerà il livello del benessere economico della realtà considerata. Se invece il VANe è negativo o il SIRE è inferiore al 5%, non si ha alcuna prova di un aumento del reddito reale; per l'approvazione del progetto è necessario trovare altre fondate ragioni.

Il *secondo* criterio è più impegnativo: il progetto dovrebbe avere un impatto positivo sul reddito sociale dell'area interessata, senza provocare perdite o ripercussioni negative su altre aree in modo da contribuire realmente ad una convergenza. Per verificare che ciò sia vero, può risultare utile, per esempio, confrontare il saggio di rendimento interno di vari progetti.

9. Altri criteri di valutazione

L'incorporazione nella analisi precedente di benefici e costi non monetari presenta difficoltà. È sconsigliabile attribuire un valore monetario a beni che generalmente non possono avere un valore di mercato. In ogni caso, l'esaminatore del progetto dovrebbe verificare se:

- le previsioni degli aspetti non monetari siano state quantificate in modo realistico nella valutazione del progetto,
- vi sia una analisi accurata dei benefici e dei costi non monetari, se del caso,
- i criteri aggiuntivi assumano un peso politico ragionevole, grande abbastanza da ribaltare eventualmente i risultati sia dell'analisi finanziaria sia di quella economica.

Si potrebbe richiedere al proponente di procedere ad una stima dei benefici ambientali in termini fisici. Supponiamo che ciò sia stato fatto, e che si preveda che il progetto riduca le emissioni degli inquinanti del 10% annuo.

A questo punto ci si potrebbe domandare:

- a) la previsione di riduzione delle emissioni in termini fisici è affidabile?
- b) Quale può essere il "prezzo" accettabile per la riduzione delle emissioni del 10% (a quanto ammonta il costo implicito unitario della riduzione delle emissioni)?

c) si può in qualche modo dimostrare che il “prezzo” per la riduzione delle emissioni è conforme all’importanza che il governo o la Commissione istituita attribuiscono a progetti simili?

Per ottenere un simile rapporto costi/efficacia si potrebbe, per esempio, osservare se – regolarmente o occasionalmente – siano già stati finanziati progetti analoghi.

Devono essere valutate le finalità distributive poiché il progetto può avere una incidenza rilevante sulla futura distribuzione del reddito nella regione.

Se il proponente vuole assegnare un peso specifico a finalità di equità, l’informazione fondamentale deve essere costituita dalla previsione degli effetti redistributivi dovuti alla realizzazione del progetto e da una discussione sulla auspicabilità di tali effetti nel contesto della politica regionale.

10. Analisi di sensibilità e di rischio.

Il valutatore dovrebbe verificare se il proponente ha valutato i rischi associati al progetto.

Questa verifica non può essere effettuata solo tramite l’analisi di sensibilità, ma richiede un calcolo, in termini di probabilità sulle principali variabili che influenzano il risultato finale del progetto. In base ad una ricerca Europea su 400 grandi progetti, condotta dall’Unità di Valutazione della XVI Divisione Generale si è potuto evidenziare come le analisi di sensibilità e di rischio siano spesso un aspetto debole della valutazione ex ante dei progetti.

L’analisi di sensibilità è una procedura deterministica, che ha lo scopo di comprendere quali variabili possono avere influenza sul VAN o sul SIR del progetto. Qualsiasi variabile indipendente la cui variazione dell’1% dà luogo ad una variazione dell’1% o più del VAN o del SIR è certamente una variabile critica che deve essere valutata nel modo più affidabile possibile.

L’analisi di rischio comporta di assegnare una distribuzione di probabilità alle variabili critiche e di calcolare la distribuzione delle probabilità del SIRE. A tal fine esistono procedure ben conosciute, come la tecnica “Montecarlo”, la cui applicazione sarebbe auspicabile per i grandi progetti.

I progetti innovativi possono essere più rischiosi di quelli tradizionali e, se hanno solamente il 50% di probabilità di successo, il loro valore sociale netto, per un investitore neutrale al rischio, dovrebbe essere ridotto di conseguenza, per esempio del 50%. È importante capire il compromesso che va raggiunto fra progetti ad alto rischio ed alto rendimento sociale massimo da un lato e progetti a basso rischio e basso rendimento sociale massimo dall’altro. Non vi è alcuna ragione per preferire sempre la neutralità al rischio. In alcuni casi sia chi valuta sia chi propone può deviare dalla neutralità e preferire di rischiare meno o di più del rendimento atteso: ci deve essere però una chiara giustificazione per questa scelta.

Alcuni esempi

I profili che seguono costituiscono un ulteriore approfondimento dei concetti esposti nelle precedenti sezioni, facendo riferimento ai principali settori d'investimento sostenuti solitamente nei progetti di mobilità. Essi mantengono un carattere schematico e non pretendono di essere esaustivi. Il loro scopo principale è quello di indirizzare chi legge e scrive le proposte di progetto, evidenziando da un lato i metodi sufficientemente consolidati su cui dovrebbe appoggiare una buona valutazione, ma dall'altro le aree di incertezza che meritano particolare attenzione.

Ovviamente vanno sempre tenuti presenti tutti gli elementi metodologici generali, esposti precedentemente. Ad esempio le analisi dei flussi finanziari, così come quella dei costi e benefici economici vanno sempre effettuate per confronto con la situazione senza l'investimento progettato.

Strade e autostrade

1 Obiettivi

Occorre considerare le alternative seguenti:

- la costruzione di una infrastruttura stradale può essere finalizzata allo sviluppo locale (a scala comprensoriale, regionale, ecc.) sia perché direttamente al servizio di attività produttive (questo è il caso ad esempio di una strada che collega una zona industriale con un porto) sia perché finalizzata al soddisfacimento dei più larghi bisogni di trasporto della popolazione locale (in quest'ultimo caso sono comprese ad esempio le strade con finalità turistica e/o ricreativa, i sottopassi o sovrappassi, ecc.); in entrambi i casi l'analisi dovrebbe mostrare e quantificare un impatto locale positivo;
- l'infrastruttura fa parte di reti viarie a scala non locale (interregionale, nazionale o anche internazionale); in questo caso la sua realizzazione può localmente dare luogo a vantaggi oppure a svantaggi, che in ogni caso andrebbero presi in considerazione nell'analisi economica. Le tratte stradali che fanno parte di una rete più ampia dovrebbero essere valutate nell'intero quadro della rete.

2 Identificazione del progetto

Un buon punto di partenza per identificare sinteticamente, ma in modo chiaro e non equivocabile, l'infrastruttura è quello di precisare le sue funzioni, coerenti con gli obiettivi dell'investimento. Dovrebbe seguire la descrizione della tipologia dell'intervento e cioè se si tratta di una strada completa di nuova concezione, oppure di un tratto di un'infrastruttura più ampia, oppure ancora di un ampliamento o modifica di una strada esistente (ad esempio la costruzione di una terza corsia in un'autostrada a due corsie).

Questa parte del rapporto di analisi dovrebbe includere necessariamente i seguenti dati:

- lunghezza (in Km) e tracciato della strada, allegando uno schema planimetrico ad opportuna scala:

- collegamenti fisici con altre strade e posizione dei nodi rilevanti (uscite, collegamenti ad altre infrastrutture, ecc.);
- caratteristiche tecniche e conformazione della strada, allegando ad esempio una o più sezioni tipiche della carreggiata (evidenziando se necessario le parti di nuova costruzione);
- elementi tecnici di rilievo, quali opere d'arte, attraversamenti di altre infrastrutture, gallerie, aree attrezzate, impianti di informazione sui flussi di traffico o di segnalamento, ecc.

3 Analisi di fattibilità e analisi delle alternative

I parametri di riferimento sono i volumi di traffico che devono essere valutati considerando gli andamenti giornalieri e stagionali. La matrice dei flussi di traffico da/per i nodi principali e le previsioni di trend temporale costituiscono in questo caso lo strumento più idoneo per dimostrare l'ottimizzazione del progetto (numero e dimensioni corsie, posizione e struttura dei punti di uscita e/o di collegamento, ecc.), tenendo in debito conto le considerazioni di impatto ambientale. Qui andrebbero anche evidenziati gli elementi di particolare rilievo tecnico del progetto, se esistenti (esempi: tratte con dislivelli particolarmente elevati, gallerie e/o ponti importanti, rilevanti opere di consolidamento e/o contenimento, impianti di informazione/ supporto al traffico, ecc.).

L'analisi delle alternative progettuali dovrebbe includere il confronto tra:

- la situazione precedente, senza la realizzazione del progetto;
- i percorsi opzionali alternativi;
- i possibili sistemi di trasporto alternativo (trasporto ferroviario, via mare, ecc.).

4 Analisi finanziaria

L'analisi di redditività dovrebbe essere effettuata con metodi standard, come precedentemente descritto. Quando ciò risulta appropriato l'analisi andrebbe condotta sotto due diversi profili:

- i) dal punto di vista dell'investitore/costruttore dell'infrastruttura,
- ii) dal punto di vista del gestore della stessa. Nel caso di strade utilizzate gratuitamente, l'analisi finanziaria misura il costo netto attualizzato a carico della finanza pubblica e fornisce un elemento significativo di confronto con altri analoghi investimenti. In tutti i casi, un orizzonte temporale di 25-30 anni è opportuno.

Saggio di rendimento finanziario (SIRf) Strade ed autostrade*

Valore minimo	- 0,60
Valore massimo	10,49
Media	3,93
Deviazione standard	2,79

** I dati si riferiscono a 12 su 97 grandi progetti del settore analizzati dalla Commissione UE nel periodo 90-99*

5 Analisi economica

l'analisi economica può essere condotta in modo unico, come se ci fosse un unico ente proprietario e gestore nello stesso tempo, poiché questa metodologia ha lo scopo di dimostrare l'incremento dei profitti sociali e cioè dei benefici del progetto per la collettività.

Oltre a tutti i parametri dell'analisi finanziaria, qui dovrebbero considerati fra i benefici ed i costi i seguenti punti:

- il tempo risparmiato
- la riduzione del numero di incidenti
- le modificazioni relative al costo generalizzato di trasporto per gli utenti
- le esternalità

a) Il risparmio di tempo¹⁵ rispetto allo stato di fatto (senza la realizzazione dell'opera) andrebbe quantificato sulla base dell'analisi tecnica dei tempi di percorrenza; la valorizzazione economica del tempo risparmiato è funzione del reddito economico medio degli utenti; in pratica può risultare utile suddividere l'utenza in categorie (ad esempio: utenza privata o veicoli leggeri, stimando il numero medio di occupanti per vettura e considerando il reddito medio dei cittadini privati; utenza commerciale o veicoli pesanti, riferendosi al carico medio ed al valore aggiunto medio delle imprese potenziali utenti); a titolo di esempio il valore del tempo, considerato in 27 grandi progetti della UE per il periodo 1994-99, è stato in media di 9,56 ECU/h (deviazione standard = 2,48 ECU/h)¹⁶ per i veicoli leggeri e di 12,66 ECU/h (deviazione standard = 5,56 ECU/h) per i veicoli commerciali pesanti.

¹⁵ Metodi di valutazione del tempo per motivi di lavoro secondo i risultati del programma di ricerca comunitario EURET

<i>Nazioni</i>	<i>Elementi di valutazione</i>	<i>Indicatori utilizzati</i>
Belgio	Tempo di viaggio e variabilità	n.d.
Danimarca	Veicoli commerciali e privati	Veicoli commerciali: salario medio autisti, Veicoli privati: media complessiva determinata per scopo dello spostamento e coeff. di occupazione del veicolo
Grecia	Autobus e veicoli commerciali < 3,5 tonn.	Salario medio e coeff. di occupazione
Francia	Veicoli commerciali e privati	Salari lordi, coeff. di occupazione del veicolo, costi d'uso dei veicoli commerciali
Germania	-	Reddito lordo per 2.000 h/anno di lavoro
Inghilterra	Monitoraggio per tipologie di utenti	Costo per le imprese
Irlanda	n.d.	Salario medio
Paesi Bassi	Accessibilità: riduzione del tempo di viaggio per traffico merci e traffico passeggeri commerciale	Variazioni annuali del tempo di viaggio, ore e VKP
Portogallo	Viaggi affari e autisti veicoli commerciali	Salario orario e valori per veicoli calcolati sul coeff. di occupazione
Svezia	Aumento sicurezza, comfort e convenienza	Costi orari per autisti e veicoli commerciali

¹⁶ ECU (European Currency Unit). Era un paniere composto da quantità fisse di dodici delle quindici monete dell'Unione Europea. Il valore dell'ECU veniva calcolato come media ponderata del valore delle valute che lo componevano. Dal 1° Gennaio 1999 ha cessato di esistere ed è stato sostituito dall'EURO al tasso di cambio di 1 a 1.

b) La diminuzione del volume degli incidenti andrebbe valutata sulla base dell'analisi tecnica delle caratteristiche di sicurezza della strada; per la valorizzazione economica occorre far riferimento da un lato (incidenti non mortali) al costo complessivo delle cure ospedaliere e alla perdita di reddito dovuta all'eventuale assenza dal posto di lavoro e dall'altro (incidenti mortali) al valore della vita umana quantificato in base al reddito medio e alla speranza di vita residua media.

c) L'aumento del costo di esercizio per l'utente (ad esempio per Km percorso), quantificabile quantificando i maggiori consumi di carburante (curve dei consumi in funzione della velocità), lubrificante, refrigerante, pneumatici, freni, ecc., nonché il maggior invecchiamento complessivo delle parti meccaniche.

d) In aggiunta sarebbe utile che il proponente quantificasse, ogni qualvolta possibile, le esternalità, negative quali ad esempio la perdita di suolo agricolo, il consumo di inerti e di altre materie prime, l'eventuale ricollocazione di agglomerati abitativi o commerciali o insediamenti industriali, il rumore e l'inquinamento atmosferico (l'impatto di questi ultimi può essere quantificato fra l'altro riferendosi alla perdita di valore commerciale degli immobili della zona interessata), l'impatto visivo, la perdita di amenity, l'occlusione di territori, gli impatti ecologici (flora e fauna locali) e quelle positive come ad esempio l'eventuale aumento di reddito locale dovuto all'insediamento di nuove attività (esempio autogrill, ristoranti, esercizi commerciali, ecc.) provocato direttamente dalla presenza della nuova strada (occorre comunque evitare i doppi conteggi: l'eventuale aumento di reddito locale in generale é già considerato dai parametri economici precedentemente analizzati) .

Saggio di rendimento economico (SIRe)* Strade ed autostrade

Valore minimo	5,00
Valore massimo	94,65
Media	18,63
Deviazione standard	13,15

* I dati si riferiscono a 91 sui 97 grandi progetti del settore analizzati dalla Commissione UE nel periodo 90-99

6 Altri elementi di valutazione

Si tratta principalmente di fare riferimento ad altri elementi di impatto sull'ambiente (visivo, rumore, inquinamento, ecc.) che secondo la normativa devono fare parte delle procedure di approvazione incluse nella valutazione di impatto ambientale. Nel caso di interventi di ammodernamento di strade esistenti andrebbe anche analizzato l'impatto dei lavori in corso sul traffico, dimostrandone la minimizzazione.

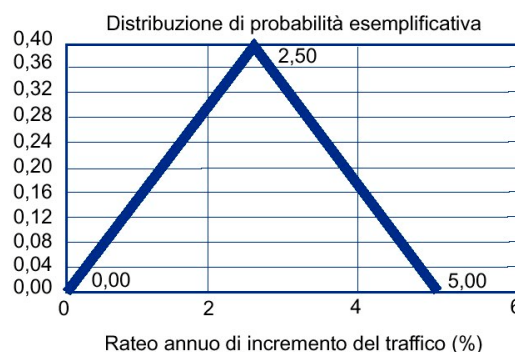
7 Analisi di sensibilità e di rischio

I fattori critici che influenzano il successo di un investimento nel settore del trasporto stradale sono essenzialmente di tre tipi e riguardano:

- le previsioni dei flussi di traffico (domanda),
- la scarsa elasticità dell'investimento (che spesso comporta un eccesso di capacità nei primi periodi di esercizio),
- l'influenza determinante di interventi collaterali (ad esempio l'efficienza di una autostrada richiede che sia valutata le funzionalità delle strade di collegamento).

Tenendo conto di ciò sarebbe consigliabile che le analisi di sensibilità e di rischio prendessero in considerazione le seguenti variabili:

- la dinamica nel tempo delle tariffe dei pedaggi;
- il tasso di variazione del traffico nel tempo (si veda il grafico "Rateo annuo di incremento % del traffico" riportato in calce);
- il numero di passeggeri dei veicoli leggeri e la portata di quelli pesanti, che influenza il valore del tempo; il valore della vita e dell'inabilità temporanea.



Ferrovie e metropolitane

1 Obiettivi

Oltre alle ferrovie ed alle metropolitane possono essere considerati assimilabili altri progetti di sistemi di trasporto su rotaia (come i sistemi tranviari, i sistemi ibridi, ecc.)

Così come già evidenziato per i progetti relativi al potenziamento delle infrastrutture stradali, gli obiettivi alla base delle ipotesi di nuova infrastrutturazione o di potenziamento possono essere relativi al contesto locale o sovralocale: in entrambi i casi devono essere valutati (monetizzandoli) benefici e costi per l'intera estensione dell'area interessata dall'opera (accessibilità al servizio di trasporto, diversione modale, contrazione delle emissioni, miglioramento del livello di servizio delle infrastrutture esistenti, sviluppo economico, ricadute sul mercato immobiliare, ecc.).

2 Identificazione del progetto

Anche in questo caso è utile definire le funzioni dell'intervento, coerenti con gli obiettivi dell'investimento. Dovrebbe seguire la descrizione della tipologia dell'intervento e cioè se si tratta di una nuova costruzione, oppure di un tratto di un'infrastruttura più ampia, oppure ancora di un ampliamento o modifica di una struttura esistente (ad esempio il raddoppio del binario oppure un intervento di elettrificazione e/o di automazione di una ferrovia esistente). Sia l'inserimento funzionale dell'infrastruttura progettata nel sistema dei trasporti (esistente o pianificato) sia l'ambito (cittadino, regionale, interregionale o di interesse nazionale) dovrebbero essere ben evidenziati.

Questa parte del rapporto di analisi dovrebbe completarsi almeno con i dati seguenti:

- lunghezza complessiva (in Km) e tracciato della struttura, allegando uno schema corografico ad opportuna scala;
- collegamenti fisici o funzionali con altre strutture di trasporto e posizione dei nodi rilevanti (stazioni, smistamenti, collegamenti intermodali, ecc.);
- caratteristiche tecniche e conformazione della struttura, allegando ad esempio una o più sezioni e/o schizzi,
- elementi tecnici di rilievo, quali gallerie, ecc.

3 Analisi di fattibilità e analisi delle opzioni

I parametri di riferimento sono espressi in Pass*Km considerando gli andamenti giornalieri e stagionali.

L'analisi delle alternative dovrebbe includere il confronto con:

- la situazione precedente, senza la realizzazione del progetto;

- i possibili tracciati alternativi;
- le altre differenti possibili tecnologie per la realizzazione della linea e gli altri sistemi di trasporto (nuove tecnologie, trasporto su gomma - autobus o filobus, modalità innovative, possibile istituzione di collegamenti via mare, ecc.).

4 Analisi finanziaria

Anche in questo caso si può seguire lo schema delineato per le infrastrutture stradali. Si noti che nel caso di ferrovie l'ente gestore ed investitore sono coincidenti nella maggior parte dei casi, mentre ciò può più spesso non essere vero per i sistemi locali (metropolitani, suburbani, ecc.). Inoltre raramente si dà il caso di uso gratuito di questo tipo di infrastrutture. Per la valutazione dei trend temporali della domanda può essere utile, specie per i sistemi locali, fare riferimento alle previsioni di variazione della popolazione dell'area interessata, tenendo conto però di eventuali piani urbanistici (ricollocazioni di attività, riqualificazione dei centri storici, ecc.).

<i>Saggio di rendimento finanziario (SIRf)*</i>	<i>Ferrovie</i>	<i>Metropolitane</i>
Valore minimo	1,63	5,18
Valore massimo	21,50	9,50
Media	6,44	7,86
Deviazione standard	4,26	1,91

** I dati si riferiscono: Per le ferrovie a 31 su 56 grandi progetti del settore analizzati dalla Commissione UE nel periodo 90-99. Per le metropolitane a 3 su 6 grandi progetti del settore, inclusi nel campione sopracitato*

5 Analisi economica

Oltre tutti i parametri dell'analisi finanziaria, qui vanno considerati i seguenti:

- a) il tempo risparmiato
 - b) la riduzione degli incidenti
 - c) il reddito spiazzato
 - d) le esternalità
- a) Il risparmio di tempo rispetto alla situazione senza la realizzazione dell'opera dovrebbe essere quantificato secondo lo schema suggerito per le strade; si noti che in questo caso dovrebbe essere tenuto in debito conto il risparmio di tempo per effetto di sostituzione di altri sistemi di trasporto meno efficienti; anche qui può risultare utile suddividere l'utenza in categorie (ad esempio passeggeri e merci); a titolo di indicazione il valore del tempo considerato in 27 grandi progetti ferroviari della seconda generazione (1994-99) è stato in media di 7,44 ECU/h (deviazione standard = 3,17 ECU/h), senza riguardo alla tipologia di utenti.

- b) La diminuzione dell'incidenza degli incidenti andrebbe valutata così come per le strade; questo parametro dovrebbe essere tenuto in debita evidenza soprattutto nei progetti di ammodernamento.
- c) La riduzione di reddito sociale per la diminuzione del traffico di altri sistemi di trasporto esistenti, che potrebbero essere sostituiti (parzialmente) dalla nuova struttura più efficiente.
- d) Anche in questo caso sarebbe utile che in aggiunta fossero quantificate, ogni qualvolta sia possibile, le esternalità, considerando:
- quelle negative quali ad esempio la perdita di suolo agricolo, il consumo di inerti e di altre materie prime, l'eventuale spostamento di altre infrastrutture e/o l'eventuale ricollocazione di agglomerati abitativi o commerciali o insediamenti industriali;
 - quelle positive come ad esempio l'eventuale aumento di reddito locale dovuto all'insediamento di nuove attività (esempio ristoranti o negozi nelle nuove stazioni, ecc.);
 - quelle di impatto incerto come ad esempio l'inquinamento che può ridursi in certe aree e per certe tipologie, ma aumentare nello stesso tempo in altre aree e per altre tipologie: i sistemi di trasporto locali (metro, tram, sistemi ibridi) dovrebbero condurre ad una diminuzione netta di ogni tipo di inquinamento, anche se il miglioramento dell'accessibilità zonale su trasporto pubblico in una certa area può contribuire fortemente allo sviluppo economico della stessa inducendo la localizzazione di nuove importanti funzioni che attireranno flussi - anche su gomma- da altre aree.

<i>Saggio di rendimento economico (SIRE)*</i>	<i>Ferrovie</i>	<i>Metropolitane</i>
Valore minimo	2,80	10,09
Valore massimo	55,10	18,90
Media	13,83	15,06
Deviazione standard	8,76	3,23

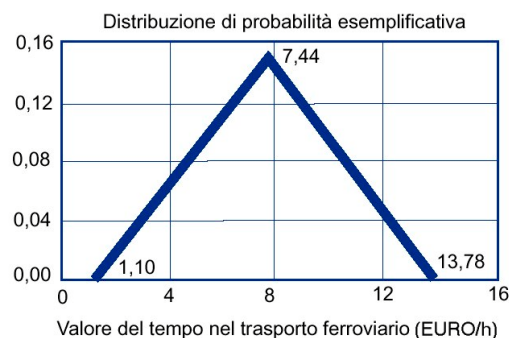
* I dati si riferiscono: Per le ferrovie a 43 su 56 grandi progetti del settore, del settore analizzati dalla Commissione UE nel periodo 90-99 Per le metropolitane a 4 su 6 grandi progetti del settore, inclusi nel campione sopra citato

6 Altri elementi di valutazione

Per i sistemi tranviari, o per quelli relativi alle metropolitane andrebbe analizzato l'impatto dei lavori in corso sul traffico urbano e suburbano, dimostrandone la minimizzazione.

7 Analisi di sensibilità e di rischio

Valgono le considerazioni fatte per le strade sui fattori critici che influenzano il successo dell'investimento nel



settore del trasporto. Tenendo conto di ciò sarebbe consigliabile che le analisi di sensibilità e di rischio prendessero in considerazione almeno le seguenti variabili:

- la dinamica nel tempo delle tariffe di trasporto (passeggeri e merci);
- il tasso di variazione del traffico nel tempo;
- il tasso di sostituzione di altre infrastrutture esistenti;
- il numero di passeggeri e la quantità di merci per convoglio, che influenza il valore del tempo (si veda il grafico a fianco);
- il valore della vita e dell'inabilità temporanea.

Sistemi filoviari, sistemi ibridi

1 Obiettivi

Il trasporto filoviario in Italia paga oggi il mancato adeguamento delle infrastrutture e la tendenza ad emarginare i veicoli a trazione elettrica dai processi produttivi e dallo sviluppo economico. Nel trasporto pubblico infatti si presentano due esigenze spesso contrastanti: l'utilità sociale e l'impegno finanziario. Lo sviluppo tecnologico del motore a combustione interna, il basso prezzo del carburante, il minore costo del veicolo e una maggiore flessibilità d'impiego, decretarono a partire dagli anni Sessanta il declino dei mezzi di trasporto a trazione elettrica il progressivo potenziamento del trasporto a trazione termica, collettivo e privato. Solo grazie ad alcune aziende esercenti che non seguirono la strada del completo abbandono, scegliendo di conservare gli impianti esistenti sulle principali direttrici di traffico, la modalità elettrica, ed in particolare la modalità filoviaria, non scomparve del tutto dal panorama del trasporto urbano italiano.

Gli obiettivi di un progetto relativo a questa tipologia di trasporto sono volti principalmente all'abbattimento delle emissioni inquinanti, così come evidenziato nella tabella di seguito riportata, nella quale si effettua un confronto tra i grammi di agente inquinante prodotti da un normale autobus di linea e un filobus:

Tabella: agenti inquinanti prodotti (grammi/km) da autobus o filobus

Agente inquinante	Autobus (gm/km)	Filobus (gm/km)
No _x	18,60	1,27
CO	1,90	0,06
HC	1,34	0,00
SO ₂	1,44	0,62
Particolato	0,56	0,01
Co ₂	1,88	1,38

Dai valori sopra indicati emerge la particolare idoneità del filobus, in un periodo in cui la salvaguardia ambientale e lo sviluppo sostenibile si trovano al centro delle politiche internazionali, nazionali e locali. In Italia il filobus rappresenta attualmente il mezzo di trasporto caratteristico di capoluoghi di medie dimensioni, dove svolge il servizio principale, e si assiste sempre più spesso ad iniziative volte al ripristino o all'estensione di reti filoviarie o alla sperimentazione di sistemi di trasporto innovativi (ZEV).

2 Identificazione del progetto

Anche in questo caso è utile definire le funzioni dell'intervento, coerentemente con gli obiettivi dell'investimento. Dovrebbe essere riportata nel dettaglio la descrizione della tipologia dell'intervento e cioè se si tratta di una nuova linea oppure della modificazione del sistema di trazione di una esistente..

Questa parte del rapporto di analisi dovrebbe completarsi almeno con i dati seguenti relativi ai principali parametri caratteristici di questa modalità di trasporto:

1. parametri tecnici (prestazioni e velocità commerciale, dimensioni e capacità di trasporto);
2. parametri ambientali (livelli di inquinamento acustico, atmosferico e visivo derivante dal sistema di trasporto in esame);
3. parametri economici (investimento iniziale per l'acquisto del veicolo e l'installazione della linea di contatto, vita economica prevista per veicolo ed impianti, eventuale valore residuo al momento della dismissione, costi annui di esercizio).

1. Parametri tecnici. Per quanto riguarda le prestazioni del filoveicolo questo sono solitamente buone per l'esercizio in ambito urbano e suburbano (idonee velocità massime, consistenti accelerazioni, adeguati spunti a pieno carico). Le capacità di carico sono analoghe a quelle degli autobus. L'evoluzione delle tecnologie avuta negli ultimi quindici anni ha condotto all'offerta sul mercato di filoveicoli affidabili ed altamente competitivi. Nel rapporto di progetto dovrebbero essere riportati tutti i dati tecnici relativi all'istituzione della linea.

2. Parametri ambientali. I benefici all'ambiente che derivano dall'impiego del filobus sono notevoli. La trazione elettrica non produce nel punto di utilizzo alcuna emissione inquinante atmosferica al contrario dell'autobus. L'inquinamento prodotto da un filobus può essere associato generato dall'impianto di produzione dell'energia elettrica. L'impatto visivo delle infrastrutture è oggi assai ridotto rispetto al passato; la realizzazione di filovie può rappresentare un primo passo verso la costruzione di sistemi a maggiore capacità di trasporto. Nel rapporto dovranno essere riportati i benefici ambientali conseguibili dalla realizzazione dell'infrastruttura.

3. Parametri economici. L'esercizio di sistemi di trasporto a trazione elettrica comporta naturalmente anche investimenti in infrastrutture: anche tali parametri devono essere accuratamente valutati.

3 Analisi di fattibilità e analisi delle opzioni

I parametri di riferimento sono espressi in Pass*Km considerando gli andamenti giornalieri e stagionali.

L'analisi delle alternative dovrebbe includere il confronto con:

- la situazione precedente, senza la realizzazione del progetto;

- i possibili tracciati alternativi;
- le altre modalità di trazione sui tracciati individuati.

4 Analisi finanziaria

La valutazione economica del progetto di investimento riveste notevole rilevanza: in proposito sono state sviluppate diverse metodologie di supporto alle decisioni, di validità generale e quindi applicabili anche al settore del trasporto pubblico: le più significative sono il metodo del Payback time e l'analisi del Cash Flow.

Il Payback time, o tempo di ritorno dell'investimento, fornisce uno tra i parametri finanziari più importanti, in quanto permette di determinare il tempo necessario per recuperare il capitale investito attraverso l'analisi dei flussi di cassa annui, espresso in termini di rapporto tra i costi monetari totali necessari per la messa in servizio del veicolo e i flussi di cassa netti corrispondenti alla somma algebrica tra i ricavi ed i costi monetari annui. Il risultato ottenuto dalla formula del Payback time viene espresso in anni, in quanto rappresenta il tempo necessario con cui si prevede di recuperare il capitale impiegato attraverso l'utilizzo del veicolo. Si tratta di una metodologia di semplice applicazione e di immediata interpretazione, anche se scarsamente rigorosa, in quanto non valuta i flussi di cassa successivi al tempo di recupero del capitale. Inoltre, questo metodo, trascura la struttura temporale dei ricavi e dei costi e non considera le possibili variazioni della moneta nel tempo. È quindi opportuno, una volta ricavato il Payback time, effettuare un confronto fra il tempo di ritorno del capitale ottenuto e la vita economica prevista del veicolo. L'investimento risulta fattibile se il tempo di ritorno è inferiore o, al massimo uguale, alla vita economica prevista per l'investimento; solo in questo caso, infatti, si ha la possibilità di remunerare il capitale impiegato. L'analisi del Cash Flow consente di valutare, sulla base dei medesimi flussi di cassa annui netti, anche la componente "tempo", costituita anche dal periodo successivo alla remunerazione del capitale individuato con il Payback time e dalla variazione del costo del denaro. La necessità di rendere tutti i cash flow comparabili al tempo zero, anno in cui il veicolo entra in servizio, impone l'utilizzo di procedimenti di attualizzazione, i quali consentono di confrontare, come quantità omogenee, somme di capitali presenti e future mediante l'utilizzo di fattori di conversione che tengono conto degli anni di vita del veicolo e del tasso d'interesse reale o atteso dall'azienda per il periodo considerato.

Indicando con U la differenza tra i benefici ed i costi monetari che si verificano in un anno, con i il tasso di sconto prescelto, con n il numero di anni che compongono l'orizzonte temporale cui si

riferisce l'analisi, il Valore Attuale Netto, ovvero la somma dei flussi annui netti attualizzati, sarà dato dalla seguente formula:

$$VAN = U_0 + \sum_{t=1}^n \frac{U}{(1+i)^t}$$

in cui U_0 rappresenta il flusso di cassa netto riferito al tempo zero, ovvero all'istante in cui entra in funzione il veicolo. Esso è quindi costituito dal solo investimento iniziale e il suo segno sarà pertanto negativo. Nel caso in cui si confrontino più progetti verrà scelto quello da cui, a parità di condizioni, scaturisce un V.A.N. maggiore.

Questa metodologia di analisi è stata applicata per l'esame della situazione riferita alla realtà italiana¹⁷. I risultati ottenuti hanno permesso di rilevare come sia la modalità filoviarica che termica si mostrino scarsamente attrattive dal punto di vista del recupero dell'investimento. Per entrambe infatti il Payback time risulta pari o assai vicino alla vita economica del veicolo. Le risultanze dell'analisi del cash Flow hanno inoltre evidenziato un quadro finanziario maggiormente favorevole all'autobus termico; le principali cause sono state individuate in:

- elevato costo di acquisto del filobus;
- elevato costo dell'energia per trazione al kWh¹⁸.

Gli elevati valori medi riferiti ai costi di acquisto del veicolo sono determinati principalmente dai prezzi praticati dai produttori italiani e potranno essere ridotti solo a fronte di una domanda di acquisto maggiormente rilevante, assimilabile in entità a quella che caratterizza altri mercati europei, ove oggi è possibile acquistare filoveicoli a prezzi sensibilmente inferiori rispetto al mercato italiano. A conferma di quanto dedotto, si è quindi riproposta la determinazione del Valore Attuale Netto applicando una riduzione del prezzo di acquisto del veicolo e mantenendo inalterati gli altri valori. I risultati ottenuti suggeriscono come una riduzione del prezzo di vendita pari a solo il 10% possa essere sufficiente a rendere economicamente competitivo il filoveicolo rispetto all'autoveicolo.

5 Analisi economica

Oltre ai parametri dell'analisi finanziaria precedentemente citati dovranno essere considerati i seguenti aspetti:

- e) il tempo risparmiato
- f) la riduzione degli incidenti
- g) il reddito spiazzato
- h) le esternalità

¹⁷ Carnevali C., Genova, R., Poggio S., Sasso A., op. cit.

- e) Il risparmio di tempo rispetto alla situazione senza la realizzazione dell'opera dovrebbe essere quantificato secondo lo schema suggerito per le strade; si noti che in questo caso dovrebbe essere tenuto in debito conto il risparmio di tempo per effetto di sostituzione di altri sistemi di trasporto meno efficienti; anche qui può risultare utile suddividere l'utenza in categorie (ad esempio passeggeri e merci); a titolo di indicazione il valore del tempo considerato può essere valutato pari a 7,44 EURO/h senza riguardo alla tipologia di utenti.
- f) La diminuzione dell'incidenza degli incidenti andrebbe valutata così come per le strade; questo parametro andrebbe tenuto in debita evidenza soprattutto nei progetti di ammodernamento.
- g) La riduzione di reddito sociale per la diminuzione del traffico di altri sistemi di trasporto esistenti, che potrebbero essere sostituiti (parzialmente) dalla nuova struttura più efficiente.
- h) Anche in questo caso sarebbe utile che in aggiunta fossero valorizzati, ogni qualvolta sia possibile, le esternalità, considerando
- quelle positive come ad esempio l'eventuale aumento di reddito locale dovuto alla rivalutazione degli immobili ad uso residenziale così come evidenziato nel capitolo "Sviluppo economico: la modificazione dei valori immobiliari" e la riduzione dell'inquinamento prodotto dal sistema di trasporto tradizionale (se il progetto prevede la sostituzione degli autobus di linea con un sistema filoviario);
 - quelle negative, associabili alla scarsa flessibilità della linea di trasporto in progetto.

6 Altri elementi di valutazione

Anche per i sistemi filoviari dovrebbe essere analizzato l'impatto dei lavori in corso sul traffico urbano e suburbano, dimostrandone la minimizzazione.

7 Analisi di sensibilità e di rischio

Valgono le considerazioni fatte relativamente ai fattori critici che influenzano il successo dell'investimento nel settore del trasporto. Tenendo conto di ciò sarebbe consigliabile che l'analisi di sensibilità e di rischio prendessero in considerazione almeno le seguenti variabili:

- la dinamica nel tempo delle tariffe di trasporto;
- il tasso di variazione del traffico nel tempo;
- il tasso di sostituzione di altre infrastrutture esistenti;
- il numero di passeggeri che influenza il valore del tempo;
- il valore della vita e dell'inabilità temporanea.

¹⁸ Per quanto riguarda il prezzo dell'energia elettrica per trazione si segnala come una significativa diminuzione nei costi di esercizio delle filovie potrà essere conseguita solo nel caso in cui vengano estese alla trazione elettrica agevolazioni analoghe a quelle già previste per il gasolio autotrazione.

Interporti, porti, aeroporti e relative reti infrastrutturali

1 Obiettivi

Si tratta di infrastrutture che hanno funzione di interfaccia fra le reti di trasporto nazionali o internazionali e i sistemi locali

- In generale dunque gli obiettivi di un progetto riguardante queste strutture sono finalizzati sia allo sviluppo locale in quanto direttamente al servizio di attività produttive o al soddisfacimento dei più larghi bisogni di trasporto della popolazione locale, sia al completamento e pieno utilizzo, attraverso la razionalizzazione del traffico passeggeri e/o merci, delle reti di trasporto nazionale/internazionale. Entrambi gli aspetti dovrebbero essere considerati nell'analisi.
- In qualche caso (ad esempio per i porti turistici) prevale l'obiettivo dello sviluppo locale e quindi l'analisi dovrebbe mostrare e quantificare un impatto locale positivo.

2 Identificazione del progetto

Tenendo conto dell'ampiezza delle alternative possibili, in questo caso è sicuramente necessario porre molta attenzione nel definire con precisione le funzioni dell'intervento, annotando se si tratta di una nuova costruzione, oppure di una ampliamento e/o di un ammodernamento tecnologico di una struttura esistente (ad esempio l'automazione della movimentazione e del parco container, l'ampliamento o miglioramento dei servizi a terra di un aeroporto).

L'inserimento funzionale dell'infrastruttura progettata nel sistema dei trasporti dovrebbe essere ben evidenziato.

Il rapporto di analisi dovrebbe riportare i seguenti dati:

- tipologia e dimensione dei mezzi (aerei, navi o numero di coppie treni giorno per i servizi intermodali) che potranno usufruire della struttura;
- dati fisici caratteristici (allegando una cartografia a scala opportuna), ad esempio:
 - numero e lunghezza complessiva (mt) delle piste aeroportuali;
 - numero e lunghezza complessiva (mt) delle banchine di attracco per i porti;
 - numero e lunghezza complessiva (mt) dei binari per i servizi intermodali
 - superficie depositi coperti e/o scoperti (migliaia di mq) per le strutture intermodali (e per i porti nel caso che i depositi facciano parte del progetto);
 - collegamenti fisici o funzionali con le strutture di trasporto locale quali autostrade, strade, ferrovia, ecc. (dovrebbero essere allegati anche i disegni tecnici); ad esempio per un aeroporto dovrebbero essere evidenziati i collegamenti con le città da servire, per un porto turistico i collegamenti con le altre strutture turistiche dell'area, e così via;

- caratteristiche tecniche e conformazione delle strutture principali, ad esempio una o più sezioni e/o altri disegni tecnici (sezioni delle piste, schemi costruttivi delle banchina, ecc.) e le parti di nuova costruzione;
- caratteristiche tecniche e costruttive degli edifici o altre strutture di servizio, planimetrie e sezioni;
- elementi tecnici di rilievo, quali impianti di trasporto interni, sistemi di gru, impianti di gestione informatizzata del traffico, impianti di automazione della movimentazione merci, ecc.

3 Analisi di fattibilità ed analisi delle opzioni

I parametri di riferimento sono i volumi di traffico passeggeri e/o merci considerando gli andamenti giornalieri e stagionali.

La matrice dei flussi di traffico e le previsioni di trend temporale costituiscono anche in questo caso lo strumento più idoneo per dimostrare l'ottimizzazione del progetto, tenendo in debito conto le considerazioni di impatto ambientale. Dovrebbero essere evidenziate le soluzioni tecnologiche adottate nel caso di problemi di particolare rilievo tecnico del progetto.

L'analisi delle alternative dovrebbe includere il confronto con:

- la situazione precedente, senza la realizzazione del progetto;
- le possibili localizzazioni alternative della stessa infrastruttura;
- globalmente, i possibili sistemi di trasporto alternativo.

4 Analisi finanziaria

Ente gestore ed investitore sono coincidenti in molti casi, ma, ad esempio nel caso dei porti turistici o delle strutture intermodali, le due figure possono essere distinte ed in questi casi è bene tenerne conto, effettuando l'analisi sotto i due diversi punti di vista. Nel valutare i flussi finanziari di entrata bisogna tenere conto, oltre che dei canoni, tasse o altre forme di pagamento per l'utilizzo della struttura, delle tariffe o prezzi di vendita di eventuali servizi aggiuntivi offerti dal gestore della struttura (ad esempio rifornimento di carburante, servizi di catering, manutenzioni, rimessaggi, ecc.).

Per l'output, oltre ai costi di investimento (che includono ad esempio le seguenti voci: lavori, indennità di espropriazione, assicurazioni e spese correlate, spese per macchine ed attrezzature particolari, spese generali, costi per la manutenzione straordinaria che possono essere a carico dell'investitore o del licenziatario in base al contratto di concessione), del valore residuo delle opere, dei costi di manutenzione ordinaria, del personale tecnico e amministrativo per l'esercizio e i servizi aggiuntivi, delle spese generali, dovranno essere considerati anche i costi di acquisto dei

prodotti e dei servizi necessari sia per il funzionamento dell'infrastruttura sia per i servizi aggiuntivi. Un orizzonte temporale di 30 anni è consigliabile.

<i>Saggio di rendimento finanziario (SIRf)*</i>	<i>Aeroporti</i>	<i>Porti</i>
Valore minimo	6,19	3,66
Valore massimo	16,02	15,49
Media	10,73	8,49
Deviazione standard	3,22	4,47

** I dati si riferiscono: Per gli aeroporti a 5 su 12 grandi progetti del settore analizzati dalla Commissione UE nel periodo 90-99. Per i porti a 4 su 8 grandi progetti del settore, inclusi nel campione sopracitato*

5 Analisi economica

Per l'analisi economica si può seguire lo schema visto per le strade, con le precisazioni che seguono.

Oltre a tutti i parametri dell'analisi finanziaria, qui vanno considerati i seguenti:

- il risparmio di tempo;
- la variazione del tasso di incidenti;
- la perdita di reddito dovuta alla diversione del traffico;
- l'aumento del reddito per commercio o turismo;
- le altre esternalità.

a) Il risparmio di tempo rispetto alla situazione senza la realizzazione dell'infrastruttura andrebbe quantificato secondo uno schema analogo a quello suggerito per le strade e suddividendo l'utenza in categorie, ad esempio passeggeri e merci; anche in questo caso dovrebbe essere tenuto in debito conto anche l'effetto di sostituzione di altri sistemi di trasporto (o smistamento delle merci) meno efficienti; a titolo di indicazione, il valore del tempo considerato in 27 grandi progetti analizzati dalla Commissione UE per il periodo 1994-99 era in media di 7,44 ECU/h (deviazione standard = 3,17 ECU/h) senza distinzione fra tipologia di utenti.

b) L'eventuale variazione del tasso degli incidenti andrebbe presa in considerazione, soprattutto nei progetti di ammodernamento; in questo caso occorre tenere in conto non soltanto l'incidenza del parametro suddetto per gli utenti (passeggeri, equipaggi, trasportatori, ecc.) ma anche per i lavoratori dell'infrastruttura stessa.

c) La riduzione di reddito sociale per la diminuzione del traffico in altri sistemi di trasporto/smistamento esistenti, che potrebbero essere sostituiti (parzialmente) dalla nuova struttura più efficiente.

d) L'aumento del reddito derivante dalla crescita del turismo e/o del commercio potrebbe essere stimato mediante un semplice moltiplicatore.

e) Anche in questo caso sarebbe utile che in aggiunta fossero valorizzate le esternalità, considerando:

- quelle negative quali ad esempio la perdita di suolo agricolo, l'eventuale spostamento di altre infrastrutture e/o l'eventuale ricollocazione di agglomerati abitativi o commerciali o insediamenti industriali, l'inquinamento ambientale (acustico, visivo, ecc.), il consumo di materie prime;
- quelle positive come ad esempio l'incremento del valore delle aree e degli immobili nella zona di impatto di un porto turistico oppure l'eventuale aumento di reddito locale dovuto all'insediamento di nuove attività (esempio alberghi, ristoranti o negozi nel nuovo aeroporto o porto, ecc.), tenendo sempre conto dell'avvertenza di evitare i doppi conteggi;
- incrementi di reddito derivanti dal commercio internazionale (sia per gli aeroporti sia per la creazione di infrastrutture per l'intermodalità).

<i>Saggio di rendimento economico (SIRE)*</i>	<i>Aeroporti</i>	<i>Porti</i>
Valore minimo	1,00	7,46
Valore massimo	36,34	41,00
Media	16,90	19,96
Deviazione standard	9,28	4,15

I dati si riferiscono: Per gli aeroporti a 9 su 12 grandi progetti analizzati dalla Commissione UE nel periodo 90-99. 1 e 2). Per i porti a 5 su 8 grandi progetti del settore, inclusi nel campione sopracitato

6 Altri elementi di valutazione

Anche in questo caso si tratta principalmente di fare riferimento agli elementi di impatto sull'ambiente (visivo, rumore, inquinamento, ecc.) che, del resto devono fare parte, per questa tipologia di progetti, delle procedure di approvazione.

Nel caso di nuove infrastrutture o di ampliamenti significativi, sarebbe opportuno prendere in considerazione anche gli impatto di tipo urbanistico, in termini ad esempio di aumento delle densità d'uso del territorio e quindi conseguentemente dei flussi di traffico in origine o destinazione dimostrandone l'ottimizzazione.

7 Analisi di sensibilità e di rischio

Valgono le considerazioni fatte per le strade sui fattori critici che influenzano il successo dell'investimento nel settore del trasporto. Tenendo conto di ciò sarebbe consigliabile che l'analisi di sensibilità e di rischio prendessero in considerazione almeno le seguenti variabili:

- il tasso di variazione del traffico nel tempo,
- il tasso di sostituzione di altre infrastrutture esistenti,
- il valore del tempo,
- il valore della vita e dell'inabilità temporanea.

Conclusioni

La valutazione della convenienza economica delle nuove infrastrutture per il trasporto pubblico o per quello privato riveste un ruolo fondamentale per lo sviluppo dell'intero sistema economico. Il tentativo di dotarsi di una rete infrastrutturale che massimizzi l'accessibilità e assicuri, soprattutto nelle aree metropolitane e nelle principali conurbazioni, tempi di percorrenza accettabili (a fronte degli attuali fenomeni di congestione veicolare che caratterizzano in Italia la quasi totalità delle aree di sviluppo economico) evidenzia la necessità di effettuare studi di fattibilità all'interno dei quali l'analisi costi-benefici ricopra un ruolo di primaria importanza sia per valutare gli impatti generati sia per offrire ai decisori un valido strumento per scegliere quali siano tra gli interventi realizzabili quelli che, nelle singole realtà locali, massimizzano i benefici.

Glossario

Analisi Costi-Benefici – Procedura di valutazione per la selezione di un progetto consistente nel confronto fra i benefici ed i costi. L'analisi costo-benefici di solito richiede l'utilizzo di prezzi di conto. I risultati possono essere espressi in molti modi, inclusi il saggio di rendimento interno, il valore attuale netto ed il rapporto benefici/costi.

Analisi di rischio – Studio delle probabilità che il progetto ottenga un soddisfacente saggio di rendimento e più

probabile grado di variazione rispetto alla migliore stima dello stesso SIR.

Analisi di sensibilità – Studio dell'impatto che prestabiliti cambiamenti nelle variabili che influenzano i costi o i benefici potrebbero avere sul SIRf e sul SIRe

Beni commerciabili – Beni che possono essere commerciati a livello internazionale in assenza di politiche commerciali restrittive.

Bene meritorio. Criterio aggiuntivo per la valutazione dei progetti, che trova applicazione nei casi in cui il governo tende ad un maggior o minore consumo di un bene specifico, come, ad esempio, rispettivamente l'utilizzo del sistema di trasporto pubblico e l'uso dei carburanti per autotrazione.

Beni non commerciabili – Beni che non possono essere esportati o importati, per esempio servizi locali.

Confronto. L'analisi costi-benefici è in sostanza un esercizio per individuare i vantaggi relativi di un progetto rispetto ad altri. La sua principale utilità consiste nel fatto che essa rende possibile un confronto sistematico fra diversi progetti sulla base di criteri comuni per la misurazione dei costi e dei benefici. Pertanto, ciò che può essere stimato in modo attendibile non è tanto il valore assoluto del progetto quanto piuttosto quello relativo.

Costi e benefici socioeconomici – Costi opportunità o benefici per l'economia nel suo insieme. Possono differire da costi privati così come i prezzi osservati differiscono da quelli di conto.

Costi/efficacia – Il rapporto tra i risultati fisici ed i costi, espressi in termini monetari, necessari per ottenere tali risultati.

Costo opportunità – Valore di una risorsa nel suo migliore impiego alternativo.

Deviazione standard – È la misura dello scostamento dei dati dal loro valore medio (μ) ed è un indicatore fondamentale di molti test statistici. La deviazione standard si ottiene calcolando la distanza media dei valori osservati (x) rispetto al valore medio ed applicando la formula seguente:

$$\sqrt{\frac{\sum (x-\mu)^2}{N}}$$

Disponibilità a pagare – Quanto i consumatori sono disposti a pagare per un bene o servizio. Se la disponibilità a pagare di un dato consumatore è maggiore del prezzo del bene, il consumatore gode di un guadagno (rendita del consumatore).

Distorsione – Meccanismo che genera un divario fra il costo opportunità del bene ed il suo prezzo reale, per esempio prezzo di monopolio, esternalità, imposte indirette, imposte doganali, tariffe regolamentate, ecc.

Distribuzione di probabilità. Si è spesso interessati a conoscere qual è la probabilità che un progetto possa avere un saggio di rendimento inferiore a quello minimo richiesto.

ECU (European Currency Unit). Era un paniere composto da quantità fisse di dodici delle quindici monete dell'Unione Europea. Il valore dell'ECU veniva calcolato come media ponderata del valore delle valute che lo componevano: dal 1° Gennaio 1999 ha cessato di esistere ed è stato sostituito dall'EURO al tasso di cambio di 1 a 1.

Elasticità – La variazione percentuale di una qualsiasi variabile al variare nella misura del 1% di un'altra variabile.

Esternalità (o effetto esterno) - Impatto positivo o negativo del progetto su terzi, al netto di pagamenti o compensazioni.

Fattore di sconto - 1 EURO investito ad un tasso di sconto annuale del 5% diventerà $1+5\%=1,05$ dopo un anno; $(1,05)\times(1,05)=1,1025$ dopo due anni; $(1,05)\times(1,05)\times(1,05)=1,157625$ dopo tre anni, ecc. Il valore economico attualizzato di un EURO che sarà speso o guadagnato fra due anni è $1/1,1025=0,907029$; fra tre anni è $1/1,157625=0,863838$. Quest'ultima è l'operazione inversa rispetto a quella riportata sopra.

Monopolio. La massimizzazione dei profitti determinata da un monopolio causa prezzi maggiori dei costi marginali. Le tariffe di imprese pubbliche monopolistiche possono talvolta essere inferiori ai costi marginali. Quando i prezzi equivalgono ai costi marginali, il consumatore paga esattamente il costo di produzione di un'unità aggiuntiva del bene o servizio: in determinate circostanze, ciò può costituire un fattore di efficienza economica.

Moltiplicatore del reddito. Rapporto tra la variazione del reddito nazionale e la variazione della spesa che ha prodotto quella variazione. La spesa derivante dal valore aggiunto del progetto può indurre l'insediamento di piccola imprenditoria o la creazione di servizi nella regione. Il reddito di queste imprese sarà prodotto nella regione in cui il progetto è realizzato e contribuirà all'incremento del reddito della regione stessa.

Prezzi correnti – Prezzi effettivamente osservati in un dato periodo.

Prezzi costanti – Prezzi depurati dall'inflazione e riferiti ad un anno base.

Prezzi di conto – Prezzi di equilibrio che generalmente differiscono da quelli osservati nel mercato e dalle tariffe regolamentate. Dovrebbero essere usati nella valutazione dei progetti per rispecchiare, meglio di quanto non avvenga con i prezzi osservati, i costi reali dei fattori produttivi ed i benefici reali dei prodotti. Termine spesso usato come sinonimo di prezzi ombra.

Prezzi nominali – Prezzi correnti – includono ovviamente gli effetti dell'inflazione e si contrappongono ai prezzi costanti o reali.

Prezzi ombra – Si vedano i prezzi di conto.

Prodotto Interno Lordo (PIL) – Il prodotto totale o il valore aggiunto ottenuto entro i confini del paese. Include la produzione derivante da risorse possedute da stranieri, anche se parte dei redditi introitati da questi fattori di produzione è trasferito all'estero sotto forma di pagamenti ai servizi resi.

Reddito sociale netto – L'aumento netto di reddito dovuto al progetto valutato sulla base dei prezzi di conto – equivalente al valore attuale netto.

Salari nominali – Salari che includono gli effetti dell'inflazione, detti anche salari correnti.

Sconto – Processo di adattamento del valore futuro di un costo o di un beneficio al valore corrente mediante l'applicazione di un tasso di sconto; ciò si ottiene moltiplicando il valore futuro per un coefficiente che decresce nel tempo.

Tassi reali – Tassi deflazionati per escludere il cambiamento nel livello dei prezzi generali o di consumo.

Saggio di rendimento economico (SIRe) – Redditività socioeconomica del progetto. Può essere differente dal saggio di rendimento finanziario (SIRf), a causa delle distorsioni dei prezzi. Il SIRe implica l'uso di prezzi di conto ed il calcolo del tasso di sconto che adegua i benefici del progetto ai costi attuali, cioè rende il valore attuale netto economico (VANE) uguale a zero.

Saggio di rendimento finanziario (SIRf) – Redditività finanziaria del progetto, vedi saggio di rendimento interno. Da non confondere con indici finanziari come il ROS (ritorno sulle vendite) ed il ROI (ritorno sugli investimenti).

Saggio di rendimento interno (SIR) – Tasso di sconto per il quale un flusso di costi-benefici ha un valore attuale netto pari a zero. Saggio di rendimento finanziario (SIRf) quando i valori sono stimati a prezzi osservati. Saggio di rendimento economico (SIRe) quando i valori sono stimati a prezzi di conto.

Tasso di sconto – Il tasso attribuito a valori futuri per ricavarne il valore attuale. Il tasso finanziario di sconto ed il tasso economico di sconto possono differire, nello stesso modo come i prezzi di mercato possono differire da quelli di conto. Usualmente viene considerato grosso modo equivalente al costo opportunità del capitale. In Bridges G.A., Winpenny J.T., *Planning development projects*, HMSO, Londra, 1992, si può trovare una chiara esposizione della logica del tasso di sconto.

Tasso sociale di sconto – Il tasso sociale di sconto si contrappone al tasso di sconto finanziario. Riflette la valutazione del futuro rispetto al presente secondo l'ottica sociale.

Unità di conto – Misura che rende possibile sommare e sottrarre prodotti diversi. L'Euro può essere utilizzato a questo scopo.

Valore attuale netto (VAN) – Il valore netto o il beneficio netto di un progetto quando tutti i costi ed i benefici sono stati scontati rispetto al valore corrente in base al tasso di sconto. VANf: valore attuale netto finanziario. VANE: valore attuale netto economico.

Valore di opzione – Il valore corrente del capitale fisso nel suo migliore impiego alternativo, detto anche costo opportunità del capitale fisso. Tale nozione è strettamente collegata a quella di costo opportunità. Un valore opzione nullo implica che il costo opportunità del capitale fisso è pari a zero.

Valore residuale – Valore attuale netto del patrimonio nell'ultimo anno del periodo (cioè dell'orizzonte temporale) prescelto per l'analisi di valutazione.

Valutazione multicriteriale – Metodologia di valutazione che prende in considerazione diversi obiettivi attribuendo un peso a ciascun obiettivo misurabile.

BIBLIOGRAFIA

Berechman J., *"Transport infrastructure investment and economic development"*, in Banister D., *"Transport and Urban Development"*, E&FN Spon, London, 1995

Bridges G.A., Winpenny J.T., *Planning development projects*, HMSO, Londra, 1992

Button K.J., *"Transport, the Environment and Economic Policy"*, Brookfield, Cheltenham UK, 1993

Cardia C., Junyent R., *"The impact of Major Transport Infrastructures on the Urban Quality. European Cases Studies"*, COST, Bruxelles, 1999

Carnevali C., Genova, R., Poggio S., Sasso A., *"La competitività del sistema filoviario in Italia e in Europa: analisi tecnica, economica ed impatto ambientale"* in *"Le filovie in Italia alle soglie del 2000"* - La Spezia, 1999.

Cascetta E. *"Teoria e metodi dell'ingegneria dei sistemi di trasporto"*, UTET, Torino, 1998

Censis (a cura del), *"I vincoli del consenso sociale alla trasformazione del territorio"* in *"Rapporto sulla Situazione Sociale del Paese"*, Roma, 2001

Clark M., Herington J., *The Role of Environmental Impact Assessment in the Planning Process*, Mansell, London, 1988

CNR, *"Il trasporto pubblico locale in Italia: analisi, prospettive e contributi alla ricerca"*, PFT2, Roma, 1999

Davico L., *"Sociologia ambientale. Dal pensiero sociologico classico al pensiero verde"*, Celid, Torino, 1994

European Commission DG VII - EURET " *Cost-Benefit and multi-Criteria Analysis for New Road Construction*", Final Report, Bruxelles (1995)

Formez - Comitato di Indirizzo Tecnico Scientifico (a cura del), , *"Linee guida per la formazione a supporto dei Nuclei di valutazione e verifica degli investimenti pubblici (Progetto NUVAL)"*, Dipartimento della Funzione Pubblica, Dipartimento per le Politiche di Sviluppo e di Coesione, Roma, 2001.

Hickling Lewis Brod Decision Economics, Inc., ICF Consulting, PBConsult, *"Modèle coûts-avantages appliqué à l'évaluation de projets d'investissement dans les transports publics et les routes"* Ottawa, gennaio 2002

De Luca M., *"Tecnica ed economia dei trasporti"*, CUEN, Napoli, 1995

Mallinckrodt J., *"Technical Report 1. –Congestion Management Benefits for Alternative Alignments of Light Rail in Austin Texas"*, Austin Capital Metro Report, dicembre 2000, <http://home.earthlink.net/~malli/austin.html>

Mazziotta C., *"Gli scenari di previsione"*, in Marbach G., Mazziotta C., Rizzi A., *"Le previsioni. Fondamenti logici e basi statistiche"*, Etaslibri, Milano, 1991

Mazziotta C., *"L'analisi della domanda negli studi di fattibilità"*, in Atti del convegno *"La formazione per la rete dei Nuclei di Valutazione e verifica degli investimenti pubblici"*, Capri, giugno 2002

Musso E., Burlando C., *"Economia della mobilità urbana"*, UTET, Torino, 1999

Næss P., *"The wider roads, the more cars. Modal split and travel times by car and transit in two transport corridors of Greater Oslo"*, in Eighth Conference on Urban and Regional Research, Madrid, June 1998

Parlamento Europeo, *"Approccio di cooperazione per il futuro del turismo europeo"*, (COM(2001) 665 – C5-0077/2002 – 2002/2038(COS)), Strasburgo, maggio 2002

Planco Consulting GmbH & COWI Consulting Engineers and Planners AS, *"Economic Evaluation of a Fixed Link across the Fehmarn-Belt"*, Technical and Financial Offer for Trafikministeriet, København & Bundesministerium, Bonn, 2000

Rubin T.A., *"A Critique of the Hickling Lewis Brod Decision Economics, Inc. Analysis of Congestion Management Benefits of Light Rail"*, Texas Public Policy Foundation, <http://www.tppf.org/transit/trolley/appendix.html>

Szegö G.,(a cura di), *"Pianificazione finanziaria degli investimento nel settore dei trasporti. Partenariato pubblico - privato e finanza di progetto"*, Roma, 2002

Senn L., Ravasio M.(a cura di), *"Investire in infrastrutture. La convenienza economica dei progetti di trasporto"*, Egea. Milano, 2001

Valenza A., Vignetti S., *"L'analisi finanziaria dei progetti di intervento pubblico"*, in Atti del convegno *"La formazione per la rete dei Nuclei di Valutazione e verifica degli investimenti pubblici"*, Capri, giugno 2002

Zeppetella A., Bresso M, Gamba G., *"Valutazione ambientale e processi di decisione: metodi e tecniche di valutazione di impatto ambientale"*, Nis, Roma,1992